


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY





Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

619. Bändchen

# Geographie der Vorwelt

## (Paläogeographie)

Von

Dr. Edgar Dacqué
Privatdozent an der Universität München

Mit 18 Figuren im Text



Verlag und Druck von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin 1919

c Geol.

# Vorwort.

Die Aufforderung der Verlagsbuchhandlung, für die Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt" das Thema „Paläogeographie" zu behandeln, kam meinem eigenen Wunsche entgegen, diesen mannigfaltigen Stoff übersichtlich und in gedrängter Form einem weiteren, naturwissenschaftlich interessierten Publikum zugänglich zu machen. Zugleich hoffte ich, auch für meine Hörer hiermit eine kurze Zusammenfassung zu schaffen, die sie im Anschluß an meine Vorlesungen würden benützen können. Bei der hier notwendigen Beschränkung muß für ein vertiefteres Studium auf mein vor drei Jahren erschienenes Buch „Grundlagen und Methoden der Paläogeographie" verwiesen werden, für die weiteren geologischen Grundlagen auf die im Anhang zitierten Lehrbücher und auf entsprechende Bändchen dieser Sammlung.

Das Manuskript wurde nicht zu Hause mit den dort zur Verfügung stehenden literarischen Hilfsmitteln, sondern im Felde geschrieben. Die allerspeziellste neue Literatur konnte indessen noch berücksichtigt werden.

**Der Verfasser.**

# Inhaltsverzeichnis.

# Einleitung.

## Ziel, Aufgabe und Umgrenzung der Paläogeographie.

Jede Wissenschaft hat das Ziel, nicht nur Material zu sammeln und zu beschreiben, sondern von einer möglichst tiefdringenden Beschreibung zu Vergleichen, von den Vergleichen zu Synthesen fortzuschreiten und so dem gesetzmäßigen Zusammenhang der Erscheinungen näherzukommen. So sucht auch die Geologie über die Summe der Einzeltatsachen hinaus synthetisch zu einer Geographie der Vorwelt zu gelangen, einer Paläogeographie, in welcher Probleme der Geophysik (physische Erdkunde), Geologie (Erdgeschichte), Paläontologie (Lehre von dem Vorweltleben), Tier- und Pflanzengeographie, Petrographie (Gesteinskunde) zusammentreffen und eine neue eigenartige Beleuchtung erfahren. Mit einem Wort: Ziel der Paläogeographie ist es, die Gesetze und den Entwicklungsgang der erdgeschichtlichen Zustände und Vorgänge herauszuarbeiten und dadurch zugleich die heutigen bis in ihren tiefsten geschichtlichen Grund hinein zu erklären.

Demgemäß zerfällt ein System der Paläogeographie in drei Hauptgebiete:

a) in eine Darstellung der Forschungsgrundlagen und -methoden;

b) in eine synthetische Darstellung der vorweltlichen Erdoberfläche und ihrer Veränderung von Periode zu Periode;

c) in eine Formulierung und Lösung der hierbei aufgeworfenen Probleme.

Unter Forschungsgrundlagen und -methoden verstehen wir in erster Linie die uns von der historischen Geologie überkommenen Gegenstände und Begriffe, wie Formation, Schichtbildung, Fazies, Altersbestimmung, Fossilienkunde, z. T. auch mehr in das Gebiet der allgemeinen Geologie einschlägige, wie Mechanismus der Niveauveränderungen, und was im engeren und weiteren Sinn damit zusammenhängt.

Unter einer paläogeographischen Darstellung der vorweltlichen Erdoberfläche lediglich die Konstruktion der wechselnden Land- und Meerverteilung zu verstehen, wäre zu wenig. Denn wir erwarten von der Paläogeographie auch Belehrung über die speziellere Beschaffenheit der ehemaligen Länder und Meere, über ihre horizontale und vertikale Gliederung, über die Verteilung des Tier- und Pflanzenlebens auf, bzw. in ihnen und nicht zum wenigsten auch über die klimatischen Verhältnisse der vorweltlichen Erdoberfläche; wir suchen so eine Annäherung an ein Bild zu gewinnen analog dem, das uns die Geographie von der Jetztwelt liefert.

Die dabei sich ergebenden Hauptfragen, deren richtige Formulierung und womöglich Lösung anzustreben ist, beziehen sich u. a. auf die Permanenz oder Nichtpermanenz der Kontinentalgebiete und Ozeanböden, d. i. die Frage, ob die vorweltlichen Kontinentalböden jemals im richtigen Sinn Ozeanböden waren und umgekehrt; auf die Polverlagerungen, die Periodizität großer Überflutungen, die Besiedelung der Erdoberfläche durch neue Formen u. dgl.

Schon aus dieser kurzen, nur andeutenden Definition des Begriffes Paläogeographie sieht man, ein wie ausgedehntes Wissens- und Forschungsgebiet sie umfaßt, ein Gebiet, in dem sich die Linien anderer, schon oben aufgezählter wichtiger Wissenschaften, wie Geologie, Paläontologie, Geophysik, Astronomie schneiden.

Das Ziel, das der Paläogeographie hiermit gesteckt ist, sieht sie in weiter Ferne vor sich. Wir tasten sozusagen noch in den ersten Anfängen herum und beginnen erst damit, das Material zum Bau der Fundamente ernstlich zu prüfen. Selbst unsere Forschungsmethoden sind noch nicht so ausgebildet, wie wir es notwendig brauchten; auch hier ist man erst dabei, die Fragestellungen und die Hauptprobleme einigermaßen richtig zu umreißen, und doch sehen wir schon in ein ungeheures Arbeitsfeld hinein, auf dem Generationen von Forschern noch Lebensaufgaben finden werden.

Es kann hier nicht näher auseinandergesetzt werden, worin die Aufgabe der genannten Einzelwissenschaften, die sich in der Paläogeographie zu einer Einheit zusammenschließen, besteht; nur einige allgemein orientierende Bemerkungen seien gemacht.

Die *geologische Forschung* war im Anfang gekennzeichnet

durch die Katastrophenlehre. Später trat mit Lyell an deren Stelle der strengste Aktualismus. Keine Kraft sollte in der Vorwelt tätig gewesen sein, die uns nicht in gleicher Weise auch in der Jetztwelt begegnete. Vielleicht ist auch diese Lehre allzu einseitig gewesen, und wir werden auch mit qualitativ veränderten chemischen und physikalischen Kräften und Kräftewirkungen in der Vorzeit rechnen lernen. In diesem Sinne dürfte wohl, genau wie für die Menschheitsgeschichte, das Dichterwort recht behalten, daß uns „die Zeiten der Vergangenheit ein Buch mit sieben Siegeln" sind, und dies nicht nur in bezug auf die äußeren Gegenstände und die Menge unseres Wissens, sondern auch in bezug auf das Verstehen des inneren Wesens der z. T. andersartigen Naturkräfte und auf die Veränderung der stofflichen Elemente.

Das kann natürlich nicht von der Verpflichtung entbinden, den bedächtigen Weg wissenschaftlicher Forschung innezuhalten und nur die konkrete Erfahrung als Kriterium für unsere Anschauungen und Urteile gelten zu lassen. Doch muß man andererseits auch bedenken, daß eine historische Wissenschaft, wie die Paläogeographie, nirgends ihre Resultate und Erkenntnisse dem unmittelbaren Augenschein entnehmen kann, da es sich bei ihr nicht um Aufzeigen eines aktuellen Sachverhaltes oder um Beschreibung jetzt noch vorhandener Zustände und jetzt sich abspielender Vorgänge handelt, sondern um die aus dürftigen Anzeichen und oft stark verwischten Schriftzügen auf dem Umweg über Analogieschlüsse herzustellenden Naturbilder einer grauen Vergangenheit.

So lesen wir aus den versteinerten Resten vorweltlicher Tiere und den abgelagerten Gesteinen, in denen sie stecken, durch Vergleich mit analogen, heute lebenden Formen und heute sich bildenden Ablagerungen gewissermaßen die Geschichte der Erdkruste, die wechselnde Verteilung von Land und Wasser, die klimatischen Zustände und den Wechsel des Lebens auf der vorweltlichen Erdoberfläche ab, ähnlich wie der Keilschriftforscher, zuerst ganz fremden Zeichen sich gegenübersehend, diese allmählich entziffern lernte und so bruchstückweise eine längst versunkene Kultur vor unserem geistigen Auge wieder erstehen läßt.

Wir wissen nicht, wie die Erdoberfläche aussah zu einer Zeit, da noch die ursprüngliche Erstarrungskruste sich um den Erdkörper

legte und das Wasser noch in der undurchdringlichen Atmosphäre als dichte Wolkenmasse enthalten war. Wir können nur annehmen, daß lebende Wesen damals noch nicht auf der Erdoberfläche existierten, daß ein schrankenloser Vulkanismus herrschte und die Bewegungen der Erdkruste, die Zerreißungen und Zusammenschiebungen überall sich geltend machten. Auch die astronomischen Konstellationen, in denen sich die Erde von Jahrmillionen zu Jahrmillionen wechselnd befand, müssen grundlegend anders gewesen sein als in späteren geologischen Epochen. Von dieser ersten Gesteinskruste ist uns nichts erhalten, und es hieße nur der Phantasie folgen, wollte man sich diese ältesten Zeiten der Erdgeschichte ausmalen. Paläogeographie kann erst dort beginnen, wo wir Gesteine im Felsgerüst der Erdkruste finden, die uns nach ihrem Charakter oder nach ihrem Fossilinhalt positive Schlüsse gestatten auf die Verhältnisse der Umwelt, in denen sie entstanden sind.

Die ältesten Formationen, die wir kennen, die Serie des Archaikums [1]), sind schon unendlich weit von jenem ersten Krustenzeitalter entfernt. Die archäischen Gesteine sind durch lange und nachhaltige Umwandlungsprozesse völlig kristallin geworden und meistenteils nur schwer ihrer Herkunft und Entstehung nach zu beurteilen; von Resten lebender Wesen treffen wir in ihnen keine Spur, wenn man nicht gerade den in ihnen zuweilen auftretenden Graphit — reinen Kohlenstoff — als ein solches Anzeichen betrachten will. Wir wissen nur aus der petrographischen Zusammensetzung und der Lagerungsform jener mächtigen Gesteinsmassen, daß in ihnen sich ein häufiger Wechsel von Hebungen und Senkungen, Überflutungen und Trockenlegungen, Gebirgsbildung und Vulkanismus kundtut, für den wir weder eine Zeiteinteilung noch eine Abschätzungsmöglichkeit seiner Dauer haben.

Dann kommt das gleichfalls lange Zeitalter des Algonkiums, aus dem wir nur wenig mehr wissen als vom Archaikum, wie in den nachfolgenden Kapiteln noch dargelegt wird, und an dessen oberem Ende sich die Spuren erster Lebewesen einstellen. Damit treten wir in die Reihe der versteinerungsführenden und nur wenig umgewandelten Formationen ein, in der wir uns besser zurechtzufinden wissen als in jenen ältesten, längsten Zeiten der Erdgeschichte.

1) Siehe die Tabelle am Schlusse des Buches.

Zwischen dem Urzustand, als noch eine Erstarrungskruste den Erdkörper umzog, und dem Ende des Algonkiums, wo wir die ersten Lebewesen antreffen, muß der Zeitpunkt der ersten Entstehung lebender Formen auf der Erde liegen. Von diesem bedeutsamen Ereignis und seinen Begleitumständen aber haben wir kein Anzeichen, und auch hier ist der Phantasie ein weiter Spielraum gelassen, den sie auch in populären und halbwissenschaftlichen Werken weidlich ausgenützt hat.

Im paläogeographischen Sinn verstehen wir unter **Erdgeschichte** daher nur jene Zeitalter, über die wir mit unseren im Folgenden dargelegten Methoden empirische Schlüsse auf die Gestaltung der Erdoberfläche und des sie besiedelnden Lebens ziehen können. Das geschieht in erster Linie mit den Mitteln der Stratigraphie und Petrographie (Schicht- und Gesteinslehre), der Paläontologie (Versteinerungskunde) und der Geotektonik (Lagerungskunde der Gesteine). Dazu kommt im weitesten Sinne Geophysik. Es hat nämlich keinen Sinn, Konstruktionen vorweltlicher Zustände, besonders solche, welche das Erdganze betreffen, zu machen, wenn man sie nicht gleichzeitig prüft an den geophysikalischen Tatsachen der heutigen Erde. Denn die Geophysik gibt uns eine Reihe von allgemeinen Sätzen und Daten an die Hand — ich denke da besonders an die Lehre von der Isostasie (vgl. S. 53 und 80), ferner an die Ergebnisse der Erdbebenkunde und die von ihr unmittelbar ausgehenden Schlußfolgerungen über die Struktur des Erdkörpers, sowie an die astrophysikalischen Bedingungen der Polverlegungen, durch deren Berücksichtigung von vorneherein einer Reihe ungewisser geologischer bzw. paläogeographischer Spekulationen und Konstruktionen der Boden entzogen wird. Auf solche Fragen werden wir im Verlauf der Abhandlung mehrfach zurückkommen.

Die genannten Wissenszweige, aus denen sich die Paläogeographie zusammensetzt, sind ihrerseits wieder eine Vereinigung und Nutzanwendung anderer wichtiger Sondergebiete. So stützt sich die Schichten- und Gesteinskunde auf die Ozeanographie und Bodenkunde, die Versteinerungskunde auf die Biologie der jetzt lebenden Tiere und Pflanzen; und da die Paläogeographie auch die vorweltliche Klimakunde mitumfaßt, so kommt hier auch die Klimatologie mit Einschluß der Gletscherkunde als grundlegende Hilfswissenschaft hinzu.

# I. Die paläogeographischen Kartenrekonstruktionen.

## 1. Allgemeines über paläogeographische Karten.

Für jeden paläogeographischen Entwurf, d. h. für jede Karte, die einen von der heutigen Land- und Meeresverteilung, von der heutigen Oro- und Hydrographie abweichenden vorweltlichen Zustand zur Darstellung bringen will, bedient man sich einer jetztweltlichen Erdprojektion bzw. einzelner Teile einer solchen. Man trägt auf ihr die dem heutigen Bild nicht entsprechenden Abänderungen ein und erhält so einen unmittelbar anschaulichen Vergleich der Unterschiede. In diesem Sinne ist etwa die beifolgende Meereskarte der Obersilurzeit (Fig. 1) zu verstehen.

Überlegt man es jedoch recht, so kann eine die jetzige Erdoberfläche darstellende Projektion keine wirklich exakte Grundlage für eine paläogeographische Karte liefern, weil jene erst ein Produkt all der Vorgänge und Zustände ist, die in der Vorzeit den Erdkörper, mindestens aber seine Kruste, ganz wesentlich verändert haben und deren Darstellung eben die Paläogeographie anstrebt.

Wer etwa auf dem Boden der Kontraktionstheorie steht und an die im Lauf der geologischen Zeitalter sich vollziehende Abkühlung und Zusammenziehung des angeblich glutflüssigen Erdinnern glaubt, muß sich sofort sagen, daß das jetzige äußere Krustenkleid der Erde, wie wir es auf den üblichen Erdkarten sehen, doch viel zu eng ist für die Auftragung etwa des frühpaläozoischen Oberflächenbildes, wo alle die vielen Gebirgsbildungen noch nicht vor sich gegangen waren, die sich inzwischen vollzogen und die Kruste umgestalteten. Denn die Gebirgsfaltung besteht, nach der Auffassung der Kontraktionstheoretiker, in einem tangentialen Zusammenschub von mehr oder minder ausgedehnten Rindenteilen, ein Zusammenschub, der allein für die Alpen von Heim auf mindestens 120 km berechnet worden ist. Nun bedenke man, wie viele Faltengebirge es gibt, wie viele in früherer Zeit es gegeben hat, die längst wieder abgetragen sind, und wie viele unbedeutendere Faltungen noch sonst im Boden stecken; dann wird




Fig. 1. Meereskarte der Obersilurzeit. Es sind nur die epikontinentalen Meere eingetragen. (Nach de Lapparent.)

man ermessen können, eine wie unzureichende Grundlage im ganzen, wie im einzelnen, die jetztweltlichen Karten für die Rekonstruktionen der vorweltlichen Land- und Meeresverteilung sind. Denn einerlei, was auch die Ursache sei und wie auch der Mechanismus der Faltengebirgsbildung verläuft, so bedeutet diese jedenfalls eine wesentliche horizontale Verlagerung von Krustenteilen.

Ein weiterer, den Sinn paläogeographischer Karten stark beeinflussender Gesichtspunkt sind die Polverlegungen. Im Kap. IV wird auseinandergesetzt, daß wir Grund zu der Annahme bedeutender Änderungen in der Lage einzelner Krustenpartien zum Rotationspol haben und daß daher nicht alle Lagebeziehungen der heutigen Erdoberfläche für die Vorzeit Geltung haben können. So liegt weiter der Gedanke nahe, daß z. B. heutige Antipodenpunkte auf der vorweltlichen Erde sich nicht um 180° einander gegenüberlagen. Der verstorbene Tübinger Paläontologe Koken, der sich viel mit den allgemeinen Fragen der Vorwelt und ihrer Entwicklungsgeschichte beschäftigte, hat versucht, für die jungpaläozoischen[1]) Vereisungen der Südhemisphäre den Gegenpol aufzufinden, was in keiner Weise gelingen will; das mag eben daher kommen, daß weder die jene Eismassen tragenden Krustenteile, noch ihre damals antipodischen Kontinentalflächen heute noch im gleichen Entfernungsverhältnis zueinander liegen, wie damals.

So stellen sich, wie man sieht, den paläogeographischen Rekonstruktionen schon von vornherein wesentliche Schwierigkeiten entgegen, die zu beleuchten erstes Erfordernis ist, um den in das Wesen dieser Forschungsart noch nicht Eingeweihten davor zu warnen, in den paläogeographischen Karten mehr zu sehen als den graphischen Ausdruck der Vorstellung, die sich der Forscher auf Grund bestimmter Tatsachen zwar, aber auch sehr vieler direkten und indirekten Schlußfolgerungen von den geographischen Zügen im Antlitz der vorweltlichen Erde macht, ein Bild, das somit etwas ganz anderes sein muß als die Karten der Jetztwelt.

1) Für die einzelnen Zeitalter und ihren faunistischen und paläogeographischen Charakter siehe Kapitel II und III sowie die Formationstabelle am Schlusse des Buches.

Auch in einer anderen Beziehung noch kann die Darstellungsart auf Vorweltkarten nicht ganz der auf den jetztweltlichen entsprechen. Denn so kurze Zeitphasen, wie bei diesen, vermögen wir in den Vorweltkarten höchstens nur für ganz lokale Einzelheiten festzulegen; aber für einigermaßen über beschränkte Örtlichkeiten hinausgehende Flächen müssen wir viel summarischer verfahren. Wollen wir beispielsweise Land und Meer zur Oberliaszeit wiedergeben, und fixieren wir die Meeresablagerungen aus jener Zeit auf einer Karte, so fassen wir schon einen Zeitraum zusammen, innerhalb dessen ein geographischer Wechsel sich vollzog, der allermindestens dem der ganzen Quartärzeit entsprechen dürfte. Vollends eine Weltkarte der „Jurazeit" bedeutet eine Projektion von etlichen neun solcher Stufen mit ihren sämtlichen, oft weit ausgreifenden Veränderungen auf eine Fläche. Bei solchen Karten kann es sich deshalb keinesfalls um ein richtiges Abbild der Erdoberfläche handeln, wie sie zu irgendeiner Zeit wirklich einmal aussah, sondern nur um eine Wiedergabe der hauptsächlichsten und vorwiegend ausdauernden Land- und Wasserbedeckungsflächen jener Epoche, wobei im einzelnen die Grenzen bald in geringerem, bald in größerem Umfang schwankten (Fig. 6, Seite 47).

Wie alle Länder und Meere der Jetztzeit, so hat man auch die der Vorzeit zur einfacheren Verständigung mit Namen belegt. So heißt das große, dem heutigen Sunda-Archipel, dem Himalaja, dem Mediterrangebiet und den Alpen folgende mesozoische Mittelmeer „Tethys"; der von manchen angenommene südpazifische Kontinent „Archinotis"; der afrikanisch-madagassisch-indisch-australische des Paläozoikums „Gondwanaland". Durch solche Namengebung vermeidet man lange Umschreibungen.

Bezüglich der für paläogeographische Kartenentwürfe geeigneten Erdprojektionen sei noch bemerkt, daß gerade die üblichen Mercatorkarten den großen Nachteil haben, die Polarregion nicht nur unnatürlich zu verzerren, und den Pol selbst in eine endlose Linie auseinanderzuziehen, sondern auch die relative Lage der Polarregion zur Alten und Neuen Welt unklar zur Anschauung zu bringen. Nun spielt aber gerade die arktische Gegend als Verbindung zwischen beiden Erdhälften paläogeographisch eine besonders wichtige Rolle, so daß für unsere Zwecke die von Lap-

parent[1]) ausschließlich angewandte azimutale Meridianprojektion (Fig. 1, S. 11) den Vorzug verdient; dagegen eignet sich die Mercatorkarte sehr gut für alle Aufzeichnungen, welche eine mit den heutigen Breitezonen irgendwie zu vergleichende klimatische oder biogeographische zonare Anordnung in früherer Zeit zur Anschauung bringen sollen. Braucht man aber eine flächentreue Projektion, um die Horizontalausdehnung gewisser Erscheinungen in allen Zonen unmittelbar miteinander zu vergleichen (z. B. die Eisbedeckungen zur Diluvialzeit), so bedient man sich der Mollweide-Babinetschen Zylinderprojektion, wie sie der großen, von F. Levy entworfenen und meinem Hauptwerk[1]) beigegebenen Eiszeitkarte zugrunde gelegt wurde. Zur Gewinnung einer ganz klaren Anschauung ist jedoch der Globus selbst unentbehrlich, denn er allein gibt ein richtiges Bild der Entfernungen, Winkel und Flächen auf der Erde.

## 2. Die Methoden der paläogeographischen Rekonstruktion.

Zum unmittelbaren Entwurf paläogeographischer Karten haben wir zwei Mittel in der Hand: die Ablagerungen und ihren Fossilinhalt. Die ersteren belehren uns über Dasein und Verbreitung des sie einst ablagernden Mediums; der Habitus der Fossilien über den spezielleren, physikalischen und biologischen Charakter jenes Mediums, sowie über den räumlichen Zusammenhang oder seine Abgeschlossenheit gegenüber anderen gleich- oder ungleichartigen Lebensräumen. Für die Anwendung beider Mittel ist eine genügend exakte Altersparallelisierung der Ablagerungen notwendige Voraussetzung.

### a) Die direkte Methode.

Je nach dem Vorkommen von Meer-, Land- oder Süßwasserablagerungen einer bestimmten Zeit tragen wir an dem Ort ihres Auftretens Meer, Land, Seen usw. auf unserer paläogeographischen Karte ein. Ob wir die eine oder andere Art Gesteinsbildung vor uns haben, entscheiden wir durch Vergleich des Gesteinsmate-

1) Siehe das Literaturverzeichnis am Ende des Buches.

rials und seiner Komponenten, sowie seines organischen Inhaltes mit den heute sich bildenden Ablagerungen (Sedimenten). Wir unterscheiden die Ablagerungen nach folgendem Schema:

a) Meeresablagerungen (Marinsedimente):

| | | |
|---|---|---|
| 1. Litorale oder landnahe | = | a) Strand- und Küstensedimente; b) Eigentliche Schelfsedimente [1]); |
| 2. Hemipelagische | = | Sedimente der Zwischenzone, des kontinentalen Schelfabfalles [1]) zwischen Kontinentalgebiet und Ozeanbecken; |
| 3. Eupelagische | = | eigentlich-ozeanische Tiefseeablagerungen. |

b) Landablagerungen (terrestrische Sedimente):

| | | |
|---|---|---|
| 1. Trockenablagerungen | = | Windabsätze, Verwitterungsbildungen; |
| 2. Süßwasserablagerungen | = | Fluß- und Seeabsätze, Moorbildungen; |
| 3. Glazial- oder Eisablagerungen | = | Moränen, Schotter, Schliffe. |

Für Meeresstrand- und Küstenablagerungen sind vor allem charakteristisch: Konglomerate und grobklastisches Material, auch reichlich organisch durchsetzter Faulschlamm; feiner Sand und Schlamm sind seltener und mehr für die übrige Schelfzone bezeichnend, wo sie außerhalb der Brandung vorherrschen. Wellenfurchen, Tierfährten, Trockenrisse sind sekundäre Merkmale der Brandungs- und Strandzone. Den hemipelagischen Ablagerungen, meist Ton- und Kalkschlamm, gehört der größte Teil der vorweltlichen marinen Sedimente an, denn Küsten- bzw. Strandablagerungen sind seltener erhalten, weil bei Trockenlegung des Meeresbodens die randlichen Bildungen am raschesten der Abtragung zum Opfer fallen mußten. Es sind die feineren und feinsten vom Lande beigeschafften (terrigenen) Materialien, die am Boden der ruhigen freieren See (Epikontinentalmeer) zum Absatz gelangen und fossil die reinen Kalksteine, Schiefer und Kieselkalke bilden. Je nachdem gibt es in allen diesen Stufen und Sedimentformen große Verschiedenheiten, die teils das Schema erweitern, teils durchbrechen. Zusammenschwemmung von Schalen u. dgl. kommen schicht- und gesteinsbildend in beiden Gruppen von Ablagerungen vor, ebenso wie Korallen- und Kalkalgenriffe. Die feinkörnigen sog. Oolithkalke charakterisieren das Flachwasser. Unter

1) Näheres über den Schelf und die Ozeanbecken, sowie ihren Unterschied zum Kontinentalgebiet siehe S. 78ff. und 87ff.

der dritten Art von Meeresablagerungen verstehen wir die so gut wie nicht mehr vom Festland beeinflußten, organisch entstandenen Radiolarien-, Pteropoden- und Globigerinen-Schlicke und die aus deren Auflösung größtenteils hervorgehenden braunen Tiefseeschlamme, von denen wir mit wenigen, zudem ganz jungzeitlichen Ausnahmen kein einwandfreies fossiles Vorkommen besitzen.

Unter den Landablagerungen unterscheiden wir, weil das Medium zu uneinheitlich ist, nicht wie bei den Marinsedimenten nach Tiefenstufen, sondern nach verschiedenen Bezirken. Im Süßwasser bilden sich Kiesbänke, Sandbänke, Tonschlamme, Kiesel- und Kalkschlamme, die zu Konglomeraten, Sandsteinen, Schiefern, Kalken und Quarziten werden. In den Wüsten lagern sich, ebenso wie häufig am Meeresstrande, Dünen ab, auch Kiese aus der Verwitterung und Ausblasung mit charakteristischen Verwitterungskrusten. Die Gletscher bilden Moränen und Schotter, die Moore Torf. Vulkanisches und von Gletschern transportiertes (glaziales) Material kann analog dem, was die Flüsse hinaustransportieren, auch im Meer zur Absetzung gelangen. Dort entstehen die Deltabildungen als Vermittlungsablagerungen zwischen Meer und Land, teils Süßwasser-, teils Marinsedimente enthaltend, in denen Kiese, Sande, Tone unregelmäßig wechseln, übergreifend kreuzgeschichtet und bei weitem nicht so regelmäßig gelagert sind wie die freipelagischen Sedimente.

Von der gleichen Wichtigkeit wie der Gesteinscharakter ist der Fossilinhalt des Sedimentes aus dem oben angegebenen Grunde. Welcher Art das Ablagerungsmedium war, erschließt sich uns durch Betrachtung des biologischen Habitus, also in gewissem Sinne durch vergleichende Anatomie. Denn eben durch den Vergleich der biologischen Charaktere der Fossilien mit denen der Jetztlebewelt ergibt sich die Lebensweise jener, und daraus läßt sich auch unmittelbar ein Schluß auf die Art ihres ehemaligen Wohnortes — Meer, Land, Süßwasser, Brandung, Stillwasser, Tiefsee — ziehen. Für die Strandablagerungen sind grobschalige Gattungen bezeichnend, die mit ihrem derben Gehäuse der Wasserbewegung und Zertrümmerung widerstehen, während im ruhigeren Flachwasser feiner gebaute Schalen, dann schwimmende Tiere vorwiegend auftreten. Die Hauptmasse der bekannten, in

der stratigraphischen Literatur so reichlich beschriebenen, teils freischwimmenden, teils bodenbewohnenden Faunen gehört hierher. Wenn auch im allgemeinen Dünnschaligkeit stilles oder kalkarmes, Dickschaligkeit bewegtes Küstenwasser andeutet, so ist doch zu beachten, daß für starke Kalkgehäusebildung auch die Wärme des Wassers und das günstige Klima eine große Rolle spielen. Im Süßwasser haben die Mollusken eine grünbraune hornige Epidermis auf ihrer Schale.

Es ist jedoch keine frühere Meeres- oder Landablagerung samt ihrem Fossilinhalt unverändert geblieben. Chemische und physikalische Umwandlungen treten vom Augenblick der Ablagerung an ein und setzen sich, auch besonders nach Trockenlegung des Meeresbodens, noch fort (Diagenese). Verhärtung, Stoffumsetzung, chemische Zusammenballungen (Konkretionsbildung) stellen sich ein, die fossilen Reste werden aufgelöst fortgeführt oder umgewandelt — vom oben erwähnten Metamorphismus, den wir nicht mehr hierher rechnen, ganz abgesehen. Insofern ist der Vergleich vorweltlicher Sedimente mit jetztweltlichen oft sehr erschwert, und davon rühren zu einem guten Teil die vielen Kontroversen her, die sich etwa über die Tiefseenatur einzelner Ablagerungen, wie der alpinen Radiolarite und der paläozoischen Kieselschiefer, ergeben haben.

Die vulkanischen Gesteine des Landes treten entweder als Aufschüttungen oder als Lavaausflüsse eruptiv auf, oder gelangen nicht bis an die Oberfläche und bleiben dann intrusiv, d. i. als Stöcke oder Lagen im Gestein. Unter Wasser austretende vulkanische Eruptivmassen fallen rasch der Zersetzung anheim und werden dann zu marinen Sedimenten.

Nächst dem Gesteinscharakter und dem Fossilinhalt der einzelnen Schichtfolgen kommen für paläogeographische Zwecke auch die Art der Lagerung und der primäre horizontale und vertikale Gesteinswechsel in Betracht. Kreuzschichtung ist z. B. ein Erkennungsmerkmal für die im fließenden Wasser (fluviatilen) oder vom Wind abgesetzten (äolischen) Bildungen, wobei ein schuppenartiges Übereinandergreifen stattfindet, während das gleichmäßige horizontale Übereinanderlagern als Schichtung bezeichnet wird. Innerhalb jeder Gesteinsserie, die wir zu einem kurzen, paläogeographisch darstellbaren Zeitabschnitt zusammenfassen, ist Schich-

tung einerseits, Fazieswechsel (Übergang zu einer neuen Gesteinsart) andererseits zu unterscheiden. Jenes drückt einen ziemlich regelmäßig periodischen Wechsel bestimmter geophysikalischer Faktoren, dieses eine dauernde Zustandsänderung der diesen Wechsel ehemals bewirkenden Vorgänge aus. Unter Schichtung ist eine öftere Wiederholung und regelmäßiges Abwechseln mindestens zweier verschiedener Materialien zu verstehen. Tritt das eine derselben bis zum Verschwinden zurück und reduziert es sich sozusagen auf einen dünnen Belag in einer Schichtfuge, oder wird es durch eine solche selbst ersetzt, so kann man von Bankung sprechen.

Die Entstehung von Ablagerung und Schichtung ist von einer Reihe verschiedener Ursachen abhängig: Materialbeschaffenheit, Schwerewirkung, Transportmittel, Ablagerungsmedium, Hebungen und Senkungen, Klima, Anwesenheit gewisser Lebewesen usw. Solange in der Zusammensetzung dieser Faktoren Stabilität herrscht, bleibt der einmal vorhandene Gesteinscharakter gewahrt; herrscht ein mehr oder minder regelmäßiger Wechsel darin, dann eben kommt Schichtung und Bankung zustande. Bleiben sie längere Zeit konstant und tritt dann in horizontaler oder vertikaler Richtung eine dauernde Änderung ein, so gibt es einen Fazieswechsel. Ein solcher besteht ausnahmslos in horizontaler Richtung zu jeder Zeit, weil stets überall Verschiedenartiges abgelagert wird und wurde. Ein endgültiger Wechsel in vertikaler Richtung leitet eine neue Zeitperiode ein, weil Hand in Hand mit dem petrographischen stets auch ein faunistischer Fazieswechsel eintritt, d. h. mit der Gesteinsänderung ändert sich auch die Fossilführung.

Es gibt Schicht- und Gesteinsserien, die auf den ersten Blick ganz zusammenhängend abgelagert zu sein scheinen und dennoch größere Lücken enthalten. Ein gutes Beispiel hierfür bietet der mittlere Jura Lothringens, wo in der ganz konkordanten Schichtserie etwa 20 Schichtflächen durch Ablagerungsunterbrechung, Trockenlegung, Erhärtung, erneute Überflutung, Anbohrung der Oberfläche mit Lithophagenmuscheln, Besetzung durch Austern und dann erst wieder erneute Sedimentbedeckung ausgezeichnet sind. Jeder dieser Wechsel äußert sich im Profil nur wie *eine* Schichtfuge. Aber auch größere Lücken kommen vor, wie Fig. 2 (S. 19) aus dem Paläozoikum Nordamerikas zeigt, wo über dem Mittel-

silur das Mitteldevon, darüber das Unterkarbon folgt, wobei aber alle drei zeitlich weitgetrennten Alter in scheinbarer Konkordanz übereinander liegen.

Wie aus den Sedimenten selbst, so können auch aus diesen Lücken und Unkonformitäten bestimmte paläogeographische Schlüsse gezogen werden. Wir können unterscheiden zwischen Brandungs-, Lösungs- und Strömungslücken innerhalb einer im übrigen normallagernden und geschlossenen Sedimentfolge und daraus auf die entsprechenden Vorgänge zur Zeit der Ablagerung schließen. Davon wohl zu unterscheiden sind die Diskordanzen und Abtragungsflächen über gestörten, denudierten und später wieder mit neuem Sediment überdeckten, zeitweise zu Festland gewordenen Ablagerungen. Profile wie das beigegebene (S. 20) sind ein Beispiel für die abwechselnden Hebungen, Senkungen und Abtragungen, in denen kleinere und größere erdgeschichtliche Zyklen und Niveauveränderungen sich ausdrücken, deren Unterbrechung und Abtragungsflächen durch die einfachen und doppelten feinen Linien dargestellt sind. Jede dieser Linien bedeutet in dem im übrigen tektonisch ungestörten Profil jeweils eine längere oder kürzere Trockenlegungs- und Abtragungszeit, während welcher die Flächen erhärteten und bei erneuter Überspülung von Bohrmuscheln und kleinen Austernansiedelungen heimgesucht waren, bis die Ablagerung der folgenden Serie Platz griff. Wir beobachten da einen beständigen, ziemlich regelmäßig sich wiederholenden Wechsel von Ton, Mergel und Kalk, dessen Hauptursache in

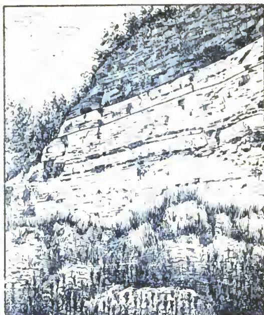


Fig. 2. Scheinbar konkordante Überlagerung von Unterkarbon auf Mitteldevon und Mittelsilur. (Mitteldevon zwischen den zwei schwarzen Horizontalstrichen.) (Nach Schuchert.)

**Vereinfachtes Profil**
durch einen Teil des mittleren Jura in Lothringen (z. T. nach Klüpfel).

| | |
|---|---|
| Ton | Woëvreton mit Ammonites macrocephalus |
| Mergel<br>Ton | Variansschichten mit Ostrea Knorri und Rhynchonella varians |
| Kalk<br>Mergel<br>Ton<br>Mergel | Concinnakalke und -mergel mit Rhynchonella concinna<br>Unterer Ostreenton mit Ostrea acuminata<br>Montlivaultienmergel mit flachen Einzelkorallen |
| Kalk<br>Mergel<br>Ton | Anabacienkalke und -mergel mit kl. Einzelkorallen und Ammonites ferrugineus<br>Globatatone mit Terrebratula globata |
| Kalk<br>Kalkmergel<br>Tonmergel | Dionville-Oolithkalk, fossilleer<br>Obere Gravelotteschichten mit Seeigel (Clypeus), Ammonites Parkinsoni, Brachiopoden |
| Kalk<br>Mergelkalk | Mittlere Plattenkalke und Kalke mit Eisenoolith, fossilleer |
| Mergel und Kalke im Wechsel<br>Tonmergel | Untere Gravelotteschichten, mit Korallenkalken, Seeigel (Clypeus) usw. |
| Kalk<br>Mergelkalke<br>Tonmergel | Jaumontoolith und Kalkmergel. Sehr fossilarm<br>Fentscher Mergel (Longwyschichten) |
| Kalk | Korallenkalk des unteren braunen Jura mit Ammonites Blagdeni |

— — = Hauptabtragungsflächen.
- - - - Untergeordnete Abtragungsflächen.

einem fortwährenden Oszillieren des Meeresbodens bzw. des materialzuführenden Umlandes zu suchen ist, wobei die Trockenlegung und Abtragung nur den extremsten Fall bedeutet.

Wie hierbei im kleinen, so zeigt das nachstehende Profil (Fig. 4) im großen die nach sehr langen Zeiträumen der Ablagerung immer wieder sich einstellenden ausgreifenden Hebungen, oft im Zusammenhang mit Faltung oder wenigstens größerer tektonischer Störung. Es folgt eine Verlandungsperiode, in der sogar die dabei entstandenen Gebirgsfalten wieder abgetragen werden, bis endlich das Stück Erdrinde wieder vom Meere bedeckt wird und nun von neuem ein Mantel von Ablagerungsmaterialien darüber gebreitet wird. Solche Flächen trennen auf dem Profil die großen Zeitalter der archaischen, algonkischen und paläozoischen Formation, und innerhalb der letzteren liegt noch einmal eine allerdings tektonisch weniger gestörte Fläche der Hebung und Abtragung.

### b) Die indirekten Methoden.

Wenn jeweils aus den Zeitaltern, für die wir gerade paläogeographische Karten entwerfen wollen, alle ehemaligen Marin- und Landablagerungen erhalten wären, irgendwo zutage ausstrichen, so könnte man einfach jede geologische Karte zu einer paläogeographischen umzeichnen. Es bedarf keiner Ausführung, daß die Sedimente jeder vorweltlichen Zeitphase stets nur bruchstückweise erhalten sind, weil sie in jeder folgenden Periode das Material zur Entstehung der neuen und späteren Ablagerungen liefern mußten. Von dem erhaltenen Rest aber ist außerdem das meiste durch Verwitterungsmassen oder Auflagerung jüngerer Schichten verdeckt.

Wo demnach Absätze einer bestimmten Zeit aus diesen oder anderen Gründen nicht vorhanden oder nicht sichtbar sind, da tritt an Stelle der direkten Kartenkonstruktion die indirekte, durch allerlei Schlußfolgerungen arealgeologischer und biogeographischer Natur.

Enden irgendwo Ablagerungen des freieren Meeres plötzlich, ohne in Küstenablagerungen auszuklingen, so ist mit Gewißheit anzunehmen, daß sie ehemals sich weitererstreckten. Gewöhnlich finden sich dann auch irgendwo, in Verwerfungsgräben vor der völ-

ligen Abtragung geschützt, noch isolierte Reste derselben Formation, wie beispielsweise die Juravorkommen zwischen dem Steilrand der Schwäbischen Alb und dem Lothringer Jura in Baden und im Elsaß, sowie in tertiären Vulkanschloten Württembergs, welch letztere die seinerzeit dort noch vorhandene, jetzt aber abgetragene Weißjuraplatte durchbrachen. Aus solchen Vorkommen schließen wir auf den ehemaligen Zusammenhang des Jurameeres von Schwaben und Frankreich. Gelegentlich finden sich auch Gesteine und Fossilien einer älteren Stufe aufgearbeitet in den Konglomeraten einer jüngeren, und verraten so noch deren ehemaliges Anstehen dort, wo die Ablagerungen heute verschwunden sind. So wissen wir vom Vorhandensein des Silurmeeres mit Graptolithenfazies in Südwestdeutschland nur aus dem Auftreten silurischer Graptolithenschiefergerölle in der Trias der Vogesen; oder von einem nordischen Cenomanmeer durch die zahlreichen Cenomanfossilien in den ostpreußisch-baltischen Diluvialablagerungen.

Das andere unentbehrliche indirekte Hilfsmittel besonders für die Feststellung sehr weit ausgedehnter ehemaliger Land- oder Meereszusammenhänge bietet uns die Tier- und Pflanzengeographie. In ihrer einfachsten Form besteht diese Rekonstruktionsmethode in dem Schluß, daß das Vorkommen gleicher Formen, Gattungen oder Arten auch in heute unbedingt getrennten Gebieten deren ehemaligen unmittelbaren Zusammenhang erweist. Denn man nimmt an, daß die gleichen Formen jeweils an einem beschränkten Punkt der Erdoberfläche und nur einmal entstehen, sich mithin von da durch aktive oder passive Wanderung in dem ihnen gemäßen Medium verbreitet haben müssen. So hat man aus dem Vorkommen gleicher Süßwassermuscheln und -krebse in Südamerika und Australien eine transozeanische Landverbindung in früherer Zeit gefolgert, und auch die nahe Verwandtschaft der beiderseitigen Säugetierfaunen spricht dafür. Auch Marinfaunen des Flachwassers, heute durch unübersetzbare ozeanische Tiefen getrennt, wie etwa die westafrikanische und südamerikanische Küstenfauna der Wirbellosen, dann auf beiden Kontinenten die Süßwasserkrebse und -muscheln, die Fische, Landschnecken und Käfer fordern angeblich in jenem Sinne den ehemaligen Zusammenhang beider atlantischer Landseiten. Im Pa-

läozoikum finden wir in Australien, Indien, Südafrika die permische Glossopterisflora in Ablagerungen von ziemlich gleichartigem Charakter. Wenn dann noch vollends dazu kommt, daß die Ränder der auf solche Weise in ehemaligen Zusammenhang gebrachten Länder von Abbrüchen begleitet sind, oder wenn wir in den südamerikanischen Anden fremdartige jurassische Konglomerate antreffen, die nur aus der pazifischen Region gekommen sein können, weil im Osten feinere gleichalterige Sedimente auf ein offeneres Meer deuten, dann scheinen jene biogeographischen Rückschlüsse und Konstruktionen nicht antastbar zu sein.

Und doch ist die Anwendung dieser Methode nicht ganz einwandfrei. Vor allen Dingen gibt es nämlich auch passive Verfrachtung. Pflanzensamen können vom Wind oder unverdaut im Kot der Vögel über weite Zwischenräume befördert werden. Die im Jahre 1883 durch den Vulkanausbruch völlig zerstörte und ihres Pflanzenkleides beraubte Insel Krakatau war schon 1886 wieder mit niederen und höheren Gewächsen bedeckt. Koken macht an der schon genannten Stelle auch darauf aufmerksam, daß z. B. Sporen von Farnen und Lykopodien durch den Wind auf große Entfernungen leicht verschleppt werden, ebenso wie Larven und Eier von Meerestieren durch Meeresströmungen. Es kommt weiter dazu, daß gleiche Formen in getrennten Gebieten auch Reste ehemals mehr oder minder universell verbreiteter Gattungen und Arten sein können. So hatte man das S. 13 erwähnte Gondwanaland als Beweis für das Vorkommen der Halbaffen in Vorderindien, Madagaskar und Westafrika angeführt; aber aus ihrem fossilen Vorkommen weiß man jetzt, daß sie im Tertiär viel universeller verbreitet waren und deshalb in beiden Ländern nur Relikten sind. Das schwerste Bedenken aber liegt in der Frage, ob denn morphologisch gleichartige Tier- und Pflanzenformen wirklich nur an einem einzigen beschränkten Platz entstehen und sich von da erst durch aktive oder passive Wanderung ausbreiten, so daß ihr Auftreten an weit voneinander entfernten Punkten der Erdoberfläche nur das Resultat solcher Wanderungen wäre?

Man ist allgemein überzeugt, daß neue Arten und Gattungen — sei es sprungweise oder allmählich, orthogenetisch oder durch sekundäre Anpassung an äußere Bedingungen — aus vorhandenen

Formen hervorgehen. Wenn wir daher etwa zur mittleren Jurazeit Ammoniten wie die Makrokephalen und Parkinsonien in z. T. identischen Arten über die Welt verbreitet sehen, was liegt da näher als anzunehmen, daß ihre Nachkommen im oberen Jura überall orthogenetisch oder infolge gleicher Lebensbedingungen aus den schon vorhandenen dort entstanden, wo sie später tatsächlich lebten? So entwickelt sich auf der ganzen Welt aus gewissen Ammonshörnern, den Perisphinkten des oberen Jura, in der unteren Kreidezeit der geknoteten Holkostephanus, aus anderen die mit Rückenfurche versehenen Hopliten, und zwar so, daß dort, wo eine zusammenhängende Schicht- und Faunenfolge aus dem oberen Jura in die untere Kreide führt, diese durchlaufende Stammreihe erscheint. Sie müssen also überall aus verschiedenen Grundformen und in getrennten Meeresbecken gleichsinnig entstanden sein. Nach anderer Auffassung waren z. B. die Unionidenmuscheln des Süßwassers aus marinen Muscheln der Jura- und Kreidezeit durch Einwanderung aus dem Meer und Anpassung an verschiedene Stellen der Erde zu verschiedenen Zeiten hervorgegangen; wo ähnliche oder gleiche Lebensbedingungen herrschten, wurden die Endformen morphologisch gleich, ohne daß dies für ehemalige Landzusammenhänge beweisend wäre, wie man solches bei der Konstruktion des südpazifischen Kontinents (vgl. S. 43) annahm. Bekannt ist ja auch, daß der Typus Pferd auf verschiedenen Stammlinien in der Alten und Neuen Welt entstand.

Damit soll jedoch keineswegs geleugnet werden, daß viele Formen zuerst an beschränkten Stellen auftreten und daß zahllose Wanderungen vorkommen und in früheren Zeiten auch vorkamen, wodurch weitgehende Faunenvermischungen, wie auch umgekehrt Formenisolierungen eintraten. So erscheinen unter den silurischen Trilobiten einzelne Gattungen in England früher als in Schweden; der eigentümliche Triasammonit Tropites in Nordamerika früher als in den Alpen usf. Freilich ist es auch hier schwer, zu unterscheiden, ob nicht die unabhängige Entstehung da und dort zu verschiedenen Zeiten vor sich ging.

Solche ganz grundlegenden Fragen sprechen also bei der einfachsten paläogeographischen Untersuchung und Rekonstruktion mit und zeigen uns nicht nur, wie schwierig die richtigen Grund-

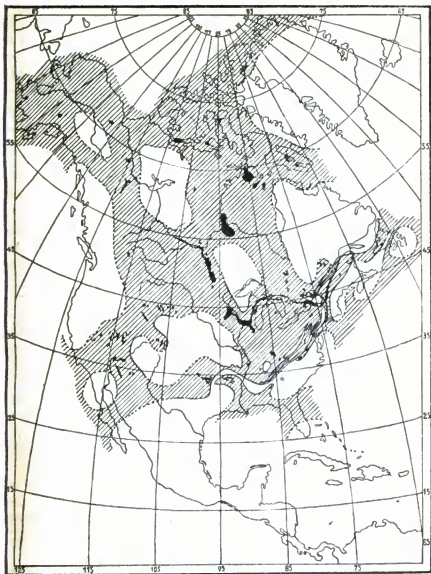



Fig. 3.

Das Untersilurmeer in Nordamerika. Die tiefschwarzen Stellen bezeichnen die heute anstehenden Untersilurschichten. (Nach Schuchert.)

lagen hierfür zu gewinnen sind, sondern wie sehr auch die Paläogeographie mit anderen Wissenschaften verknüpft ist; sie erhält dadurch eine besondere Vielseitigkeit. Jedenfalls kommt eine paläogeographische Karte methodisch auf ganz andere Weise und mit ganz anderen Mitteln zustande als eine jetztweltliche. Sie stützt sich in erster Linie auf das wirklich beobachtete Gestein, in zweiter Linie auf sedimentpetrographische und biogeographische Schlüsse. Wie sehr das unmittelbar Beobachtete aus den S. 21 dargelegten Gründen zurücktritt gegenüber den sedimentpetrographischen und biogeographischen Erwägungen und Schlußfolgerungen, zeigt die beistehende, aus dem Werk des amerikanischen Paläogeographen Schuchert „Paleogeography of North America" entnommene Karte (Fig. 3), wo die schwarz ausgefüllten Stellen das Vorkommen von Untersilur, die gestrichelten Flächen das nach den sonstigen Grundlagen (Ausdehnung des Meeres in der vorhergehenden und nachfolgenden Zeit; Tiergeographie) entworfene Bild der Meeresverbreitung bedeuten.

### c) Spezielle Fälle und Beispiele.

Es wurde schon S. 15 auf die Merkmale der Küsten- und Flachseeablagerungen hingewiesen. Trotzdem ist es mit großen Schwierigkeiten verknüpft, aus dem Charakter der einzelnen vorweltlichen Ablagerungen und ihres Fossilinhaltes unmittelbar auf die Ablagerungstiefe zu schließen. Manche feine Kalke, deren Korn auf größte Landferne deuten könnte (z. B. die oberjurassischen Lithographenkalke Süddeutschlands), sind in unmittelbarster Landnähe, in Watten oder zwischen Koralleninseln entstanden; tonige Ablagerungen, wie die blauen kambrischen Tone des Baltikums, gelten den einen als Flachsee-, den anderen als „Tiefseeablagerungen", ebenso wie die alpinen Kieselkalke und Radiolarite des oberen Jura. Auch die Fossilformen geben keinen Anhalt, auf den man sich im einzelnen verlassen könnte; denn manche Gattungen haben ihren Wohnsitz geändert, andere leben in ihren verschiedenen Arten in mehreren oder allen Tiefenzonen. Am sichersten geht man daher, wenn man den biologischen Habitus ganzer Faunen in Betracht zieht, der sich gleichmäßig allen Gattungen und Formen aufprägt, wie etwa die Dickschaligkeit den Brandungsbewohnern. So sieht Jaekel die

von ihm beschriebene zarte, feinstengelige Krinoideenfauna aus den unterdevonischen Hunsrückschiefern als die Fauna eines sehr tiefen, stillen Wassers an, dem auch das Ablagerungsmaterial selbst entspricht; während in einem anderen Fall — Mitteltriasfauna von St. Cassian in Südtirol —, die sich durch die auffallende Kleinheit aller Individuen auszeichnet, der Grund nicht in der Tiefe des Wassers zu suchen ist, sondern in einer Anpassung an kleine Furchen und Hohlräume am Boden ihres Lebensbezirkes, der mit Kalkschwämmen bewachsen war.

Eine große Bedeutung bei paläogeographischen Untersuchungen kommt den Meeresströmungen zu. Es gibt verschiedene Mittel zu ihrem Nachweis. Wenn in einem sonst ganz einheitlichen Sedimentationsgebiet ein auffallender Wechsel der Fauna stattfindet, wenn eine Anhäufung benthonischer, in der Tiefsee lebender Organismen ohne Sedimentmaterial uns begegnet; wenn plötzlich, ohne daß Land in der Nähe ist, eine Ablagerung stark anschwillt, oder wenn ortsfremdes vulkanisches Sedimentmaterial auftritt, so erklärt man das am besten aus der Wirkung von Meeresströmungen, die teils infolge ihrer von der Umgebung abweichenden Temperatur, teils durch ihre Transportkraft solche Erscheinungen hervorrufen. Auch ihre Fähigkeit, abzuscheuern, wird sich nicht selten in Sedimentationsunterbrechungen und ungleichförmigen Überlagerungen geltend machen. (Siehe auch die Bemerkung auf S. 71 über die Nummulitenverbreitung im Alttertiär.)

Deltabildungen und Ästuare (vertiefte Flußmündungen) geben sich unmittelbar als solche durch die Ablagerung und halb marine, halb terrestre Fossilführung zu erkennen; ein Beispiel ist die kretazische Wealdenformation in Norddeutschland, Belgien und England mit ihren Brackwasserkonchylien und Landdinosauriern. Der Verlauf einer Küstenlinie geht unmittelbar aus der Begrenzung der Ablagerungen selbst, z. B. aus dem diskordanten Auskeilen hervor.

Alte Land- und Abtragungsflächen zeigen uns im Profil zwar einzelne Aufschlüsse. Handelt es sich jedoch darum, nicht nur die Diskordanz schlechthin, sondern den genaueren Verlauf der Fläche über ein größeres Gebiet hin zu verfolgen, dann muß man gewissermaßen einen Blick unter die unregelmäßig über-

deckenden Gesteinsschichten auf die Diskordanzfläche tun, und dies geschieht mittels Konstruktion sog. Streichkurven, wobei an möglichst zahlreichen Punkten der Mächtigkeitsbetrag der über der Abtragungsfläche liegenden jüngeren Gesteine abgezogen, das Ergebnis auf einer gewöhnlichen Höhenkurvenkarte eingetragen und durch sinngemäße Verbindung der gefundenen Punkte eine abgedeckte Karte der alten Oberfläche gewonnen wird. Eine solche Karte hat Strigel für die permische Abtragungsfläche im Odenwald ausgearbeitet, wobei auch die Wiederausgleichung der inzwischen die alte Fläche durchsetzenden Verwerfungen anzustreben war. Es lassen sich hieran anschließend auch geologische Karten vorweltlichen Bodens zeichnen, wenn man die am Aufbau einer alten Land- oder Abtragungsfläche beteiligten Schichten nachträglich ermittelt. Eine solche Karte hat Bertrand für Nordfrankreich entworfen.

Wenn über stark gefalteten Schichten Abrasionsflächen liegen und dann jüngere, nicht oder wenigstens in anderem Sinne gestörte Schichten folgen, so zeigt uns dies die Existenz eines abgetragenen Faltengebirges, das älter sein muß als die diskordant nächst darüberliegende jüngere Schicht und jünger als die jüngste noch eben mitgefaltete Schicht. Auf diese Weise sind die in Kap. II, Abschnitt 1 erwähnten vorweltlichen Gebirgsbildungsphasen datiert worden. Vulkanische Ausbruchsphasen werden ähnlich festgestellt durch die Altersbestimmung der von den betreffenden Durchbruchsgesteinen eben noch durchsetzten bzw. nicht mehr durchsetzten Schichten. Sind diese mitsamt dem Austrittshorizont der Vulkangesteine abgetragen, so daß nur noch ein tieferer Teil des Ergußgesteines nachweisbar bleibt, so muß auf dem Wege des Analogieschlusses mit anderweitigen Vorkommen an der betreffenden unsicheren Stelle datiert werden. Dabei können auch andere Gesichtspunkte noch zu Hilfe kommen, wie die Gleichheit der Eruptivgesteine in einzelnen Erdperioden (Basalte im Tertiär, Porphyre im Perm usw.).

Wie die Flüsse, Seen und Eisbedeckungen zu rekonstruieren sind, wurde schon oben S. 16 gesagt. Pflanzenbestände und Waldbedeckung verraten sich durch entsprechende Vorkommen von zahlreichen Abdrücken oder verkohlten Pflanzen, wie auch durch das Auftreten von Kohlenlagern selbst, soweit sie

aus dem an Ort und Stelle gewachsenen (autochthonen) Pflanzenmaterial, nicht aus zusammengeschwemmtem (allochthonem) bestehen.

### 3. Die Altersparallelisierungen.

Um nun mit den zuvor besprochenen Hilfsmitteln überhaupt paläogeographische Karten entwerfen zu können, müssen die einzelnen Schichtvorkommen über große Strecken, ja über die ganze Erde hin in die richtige Altersbeziehung zueinander gesetzt werden. Zu diesem Zweck bedient man sich — darauf beruht die ganze Altersbestimmung der Schichten — der versteinerten Tier- und Pflanzenreste (Fossilien), und geht von dem Satz aus, daß gleiche Arten und Faunen auch eine für paläogeographische Rekonstruktionen genügend genaue Gleichalterigkeit ihrer Lager verbürgen. Die Wahrscheinlichkeit, daß dem so ist, wird im einzelnen Fall erhöht, wenn in den darunter- oder darüberliegenden Schichtverbänden an verschiedenen Orten ein gleicher oder wenigstens sehr ähnlicher Faunenwechsel stattfindet.

Früher, als man noch nicht die weltumgreifenden Untersuchungen gemacht hatte, glaubte man wohl, mit einzelnen typischen Formen, den „Leitfossilien", die Altersbestimmung über weite Flächen hin durchführen zu können. Aber in dem Maße, als die Unterscheidung sowohl der Formen, wie der Schichtfolgen spezialisierter und räumlich ausgedehnter wurde, verlor das einzelne Leitfossil zugunsten einer Abwägung des Gesamtfaunencharakters an Bedeutung, weil einzelne Leitarten selten über sehr große Areale verbreitet sind und andererseits an verschiedenen Plätzen verschieden lang ausdauern.

Mit der Altersbestimmungsfrage ist, genau wie mit der oben besprochenen biogeographischen Rekonstruktionsmethode, auch das Problem der lokalen oder der vielstämmigen Formen- und Artenentstehung verknüpft. Wie und wann kamen die fossilen Formen seinerzeit an die Stelle, wo sie lebten und fossil wurden? Wenn in irgendeinem bestimmten Zeitabschnitt eine oder viele neue Gattungen oder Typen auftreten, welche für die nun folgenden Schichten dieses Zeitalters charakteristisch sind, so kann dies zweierlei Ursachen haben:

a) sie entstanden an einer ganz engbegrenzten Stelle und strahlten von da durch aktive oder passive Wanderung in alle anderen, ihnen zusagenden Lebensbezirke aus. In diesem Falle wären weltweit entfernte Lager mit gleichartigen neuen Formen keineswegs gleichalterig; denn bis zum Augenblick der universellen Verbreitung der Formen würden so ungeheure Zeiträume verstrichen sein, daß unterdessen an ihrem Ursprungsort längst ein abermaliger Faunenwechsel eingetreten sein könnte;

b) sie entstanden an mehreren, wenn auch entfernten Punkten ganz unabhängig voneinander in gleicher oder ähnlicher Weise aus älteren, zuvor schon weltweit verbreiteten Formen, sei es, daß in der organischen Natur die orthogenetische Fortentwicklung des einmal Vorhandenen bestimmend für das Auftreten neuer Mutationen und Typen ist, oder daß gleiche äußere Lebensbedingungen irgendwie das Hervorgehen gleichartiger neuer Formen aus älteren an den verschiedensten Stellen der Erde bewirken.

Wie man sieht, gerät man schon bei der scheinbar einfachen Altersbestimmungsfrage sofort in die schwierigsten Probleme der Abstammungslehre hinein.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, daß die Fauna einer bestimmten Schicht oder Schichtfolge an einem bestimmten Ort sowohl aus Mutationen vorher schon dort lebender (autochthoner) Arten, als auch aus zugewanderten (allochthonen) Elementen jeweils besteht. Auf keinen Fall aber kann für jede neue Art und jeden neuen Typ ein ganz isoliertes Entstehungszentrum und eine allmähliche Ausstrahlung von diesem über die Welt hin angenommen werden. Im letzteren Falle könnten nämlich nicht jene oft bis in feinere Einzelheiten gehenden gleichartigen Faunenfolgen erklärt werden, welche für jede Periode und ihre Unterstufen über die ganze Erdoberfläche hin festgestellt sind, und die so präzise überall verlaufen, daß man noch niemals durch Entdeckungen in fernen Ländern gezwungen wurde, an dem doch in unseren Gegenden gewonnenen und auf ihre Fossilien gegründeten stratigraphischen Detailschema etwas umzustellen oder einzuschieben.

Als Alterseinheit gilt die Zone oder der Horizont, was ungefähr dasselbe ist. Oppel, der Begründer dieses Begriffes, sah

die Zone an als einen der Lebensdauer einer bestimmten Art (Leitfossil) entsprechenden Zeitabschnitt. Doch ist das kein exakter Begriff, weil gewisse, auch an und für sich kurzlebige Fossilien, wenn sie anderswo günstige Lebensbedingungen noch fanden, dort langlebiger waren, als vielleicht gerade an dem Ort, wo man sie zum Leitfossil erkoren hatte. Man ging darum mehr und mehr zur Berücksichtigung des ganzen Faunencharakters über; und wenn man jetzt etwa von der „Zone des Amaltheus margaritatus" spricht, so ist damit nicht immer gesagt, daß dieses bei uns sehr charakteristische Leitfossil auch in den auswärtigen Schichtkomplexen, die man seiner Lebenszeit gleichordnet, in natura vertreten sein müßte; es kann einen nahe verwandten Platzhalter haben oder auch ganz fehlen, wobei nur der Formcharakter der übrigen Fauna jenem entspricht, den bei uns die Fauna mit Amaltheus margaritatus trägt, auch ohne daß alle Arten immer absolut identisch zu sein brauchen.

Ein anderes Mittel der Altersparallelisierung gibt es derzeit noch nicht, doch sei wenigstens angedeutet, daß man den Versuch machte, die großen erdgeschichtlichen Diskordanzen mit astronomischen Periodengrenzen in Beziehung zu bringen.

In der Erdgeschichte wechseln Zeiten weit um sich greifender Meeresbedeckung (thalattokratische Epochen) mit Zeiten weitgehender kontinentaler Trockenlegung (geokratische Epochen); Zeiten der kontinentalen Bewegung und Gebirgsbildung mit Zeiten relativer Ruhe. In diesen letzteren werden die Höhen abgetragen, die Höhenunterschiede ausgeglichen, und dann lagern sich über die Abtragungsflächen des vorher gestörten oder gefalteten Bodens transgredierend neue Sedimente auf, mit denen später derselbe Prozeß vor sich geht. So entstehen, von Diskordanzen begrenzt, große erdgeschichtliche Zyklen, die zwar in den einzelnen Gegenden der Erde nicht alle absolut zeitlich zusammenfallen, aber doch nach folgender, von Willis gegebener Tabelle (S. 32) etwa verliefen.

Diese Zyklen zerfallen wieder in Spezialzyklen, das sind untergeordnetere lokale Teilbewegungen. Es ist interessant, besonders im Hinblick auf später noch Darzulegendes, daß sich das atlantische Nordamerika und Nordeuropa dabei stets gleichartig und zwar verschieden vom pazifischen Nordamerika verhielten. Auf jenes ist

| Bewegung | Ruhe |
|---|---|
| Spätalgonkium | — |
| — | Kambrium |
| — | Untersilur |
| Obersilur bis Oberdevon | — |
| — | Spätdevon und Frühkarbon |
| Übriges Karbon und Perm | — |
| — | Trias bis Oberjura |
| Oberjura-Kreide | — |
| — | Früh- und Mitteltertiär |
| Jungtertiär | — |

aber unser stratigraphisches Zeiteinteilungsschema gegründet, und darum entsprechen dessen Hauptabschnitte nicht denen der allgemeinen Zyklustabelle. Die Diskordanzen zwischen den Formationen der Erde sind also nicht alle gleichalterig im strengsten Sinne, aber dennoch fallen größere Phasen innerhalb eines gewissen Spielraumes zeitlich zusammen. Es ist daher nicht ausgeschlossen, daß diese Aktivitäts- und Ruheperioden etwas Rhythmisches haben und sich einmal mit kosmischen Vorgängen und Perioden werden in Verbindung bringen lassen, wodurch man dann vielleicht zu einer absoluten Zeitbestimmung gelangen würde. Man stellt sich vor, daß im Zusammenhang mit den großen Umsetzungen in der Erdkruste eine Beeinflussung der Lage der Pole stattfindet, hierbei Änderungen der Erdgestalt und daraus wieder gleich- oder ungleichmäßige Niveauveränderungen des Land- und Meeresspiegels. Doch scheitern solche Theorien zunächst noch an der soeben erwähnten Tatsache, daß die großen Diskordanzen im Felsgerüst der Erdkruste nirgends im Sinne der Altersbestimmung mit Fossilien durchweg gleichalterig sind. Mindestens müßte man also annehmen, daß die Folgen der astronomischen Beeinflussung sich nicht überall im gleichen geologischen Augenblick ausgleichen können, womit aber ihr Wert als Chronometer wieder sinkt.

Von der richtigen Zeitbestimmung und Parallelisierung der gleichalterigen Schichten über die ganze Erde hin hängt dann natürlich auch der Grad der Zuverlässigkeit paläogeographischer Karten mit in erster Linie ab. Semper, der sich um die begriffliche Durcharbeitung der paläogeographischen Rekonstruktionsver-

fahren bemüht, weist auf gewisse Täuschungen hin, denen man ausgesetzt sein kann, solange die Frage nicht sicher entschieden ist, ob faunistisch gleichartige Fossillager auch an weit voneinander entfernten Punkten in einem geologisch genügenden Sinn gleichalterig sind. Wenn nämlich die Formen oder Faunen jeweils nur an einem Punkt, nur in einem kleineren Becken entstehen und von da allmählich über die Erde wandern, dann gibt die im Alter natürlich überall gleichgesetzte Gesamtausdehnung dieser Fauna, wenn sie kartographisch zur Darstellung gebracht wird, nicht ein reales paläogeographisches Bild, sondern nur eine Summierung einzelner, auf eine Fläche gewissermaßen künstlich aneinandergereihter Aufenthaltsräume während verschiedener einander folgender kürzerer oder längerer Zeiträume. Ein Schema veranschaulicht das. Wenn 1, 2, 3, 4 die nebeneinanderliegenden Lebensräume derselben Fauna in vier aufeinanderfolgenden Zeiten bedeuten, die sie indessen niemals gleichzeitig alle eingenommen hat, so werden mit unserer heutigen Methode trotzdem alle dem Alter nach genau gleichgesetzt und auf eine Linie eines Kartenblattes projiziert; damit wird bildlich dieser Fauna und ihrem Lebensbezirk eine Ausdehnung verliehen, den sie in Wirklichkeit gleichzeitig niemals innegehabt hat.

Wenn die Lebensformen nur an einem Punkt entstünden, dann müßten die tausend und aber tausend Vertreter der Stammform, die über die Welt zerstreut lebten, alle ohne Nachkommen aussterben. Dem steht die Erfahrung gegenüber, daß sich doch überall Generation an Generation reiht und daß in der Natur wohl keine Art und Gattung ausstirbt, ohne Samen und Nachkommen zu erzeugen, um dies nur einigen ihrer Vertreter an einer isolierten Stelle des Erdballs sozusagen zu überlassen. Man kann nicht annehmen, daß der Lebensfaden von Stufe zu Stufe in weiten Gebieten einfach abreißt und immer nur an einer Stelle weitergeknüpft wird. Infolgedessen verschiebt sich auch nicht eine Fauna über die ganze Erde hin, ohne auf Formen ihresgleichen zu stoßen, die schon vorher und gleichzeitig mit ihr andere Lebensräume innehatten. Die faunistische Parallelisierungsmethode gibt uns also höchstwahrscheinlich ein genügend exaktes Mittel an die Hand, um eine für paläogeographische Zwecke ausreichende Altersbestimmung der Schichten durchzuführen.

## 4. Die absolute Zeitmessung.

Natürlich ist es von größter Wichtigkeit, Anhaltspunkte über die absolute Dauer geologischer Zeitperioden zu gewinnen und einzelne Ereignisse mit anderen nicht nur in ein relatives, sondern in ein wirkliches Zeitverhältnis zu setzen.

Viele Versuche sind schon in dieser Richtung gemacht worden, ohne daß sie ein unbedingt befriedigendes Resultat ergeben hätten. Es lassen sich unter ihnen zwei Arten unterscheiden, nämlich Ausarbeitung von Methoden, nach denen mehr oder minder genau die Dauer einer geologischen Zeitperiode im Vergleich zu anderen meßbar würde; und solche, mit denen man eine absolute Zahl der Dauer nach Jahren gewinnen würde. Wenn dadurch zwar auch nicht das Parallelisieren einzelner Stufen mittels der Fossilien in Wegfall käme, so würde doch durch Gewinnung eines absoluten Zeitmaßes alsbald die Frage geklärt werden, innerhalb welcher Grenzen die im vorigen Abschnitt besprochenen relativen Altersgleichsetzungen auch wirklich zuverlässig sind.

Das einfachste, aber auch das unzuverlässigste Mittel, die Länge der Zeitalter gegeneinander abzuwägen, besteht in der Gleichsetzung ihrer Sedimentmächtigkeit mit deren Ablagerungsdauer. Nun ist die Sedimentmächtigkeit für ein und dieselbe Formation an den verschiedenen Stellen ihrer Entwicklung ganz verschieden, es kann sich da um Differenzen von vielen tausend Metern handeln; man wird also Durchschnittsmächtigkeiten annehmen, gewonnen aus den Vorkommen über die ganze Erde hin, und wird jene miteinander wie absolute Zahlen vergleichen. So hat man für die drei Hauptweltalter Paläozoikum—Mesozoikum—Känozoikum die Zahlenwerte 12:3:1 errechnet. Die vorpaläozoischen Zeiten, Algonkium und Archäikum, sind demgegenüber etwa auf 40—50 anzusetzen. Denn man weiß eben aus der Gesteinsmächtigkeit und der Zahl der in diesen vorkambrischen Formationen vorhandenen Abtragungsdiskordanzen, daß der Beginn des paläozoischen Zeitalters — geologisch gesprochen — ein verhältnismäßig jungzeitliches Ereignis ist, gegenüber der aus den angegebenen Gründen zu folgernden Dauer jener ältesten Ären.

Ein anderes Verfahren, die Sedimentmächtigkeiten in absolute Zahlenwerte umzusetzen, ergibt sich aus der Feststellung der heu-

tigen Ablagerungsschnelligkeit bestimmter Sedimentmengen und Übertragung dieser Zahlenwerte auf die alten Formationen. Natürlich ist auch diese Methode höchst ungenau, denn man darf nicht annehmen, daß die Ablagerungsschnelligkeit bei den von Periode zu Periode veränderten klimatischen, meteorologischen und orographischen Zuständen der Erdoberfläche stets dieselbe war; außerdem ist sie auch heute an den verschiedenen Stellen im Meer und auf dem Lande sehr verschieden. Aber wenn man sich mit gewissen Annäherungswerten begnügt, so ergeben sich immerhin runde Zahlen, die unsere Begriffe mehr klären als das unbestimmte, in populären Büchern und Aufsätzen immer wiederkehrende Reden von den „vielen Jahrmillionen" der Erdgeschichte. Indem Walcott, der sich um die Erforschung des amerikanischen Paläozoikums und Archaikums besonders verdient gemacht hat, einen gewissen gut abgegrenzten paläozoischen Sedimentationsraum Nordamerikas auf die angegebene Weise abschätzte, gewann er einen Annäherungswert von 17,5 Millionen Jahren für jene Epoche.

Es sind wohl nur die Mechanismen der Himmelskörper als solcher, bei deren Ablauf es bisher möglich geworden ist, absolute Zeitangaben auch in die Vergangenheit zurück zu machen. Was lag da näher, als einen Weg zu suchen, um astronomische Periodizitäten und geologische miteinander so in Verbindung zu setzen, daß aus dem Ablauf jener auf den Ablauf dieser unmittelbar geschlossen werden konnte! Die vielfach sich wiederholende zyklische Anordnung der Sedimente, welche darin besteht, daß in bald größerem, bald kurzem und rasch sich wiederholendem Ausmaß terrigene Schichten in Flachmeer- und diese in Tiefwasserschichten übergehen, um dann in umgekehrter Reihenfolge wieder zu der Ausgangsform zurückzukehren, schien eine derartige Periodizität zu verraten. Oft begegnen uns auch zwischen diesen Zyklen im Felsgerüste der Erde Abtragungsflächen und Lagerungslücken, wie sie auf S. 19 schon beschrieben wurden, von denen die regelmäßig hin- und herschwankenden Ablagerungen sozusagen eingerahmt sind. Und endlich die dritte noch größere Art Niveauschwankungen und Ablagerungs- sowie Abtragungsperioden: das sind die auf stärkste Störungen und Faltungen folgenden Hauptdiskordanzen (Fig. 4), die einen ganz großen erdgeschichtlichen

Zyklus jeweils abgrenzen, bei dem es sich nicht nur um einfachen Sedimentationswechsel, sondern danach noch um gewaltige Hebungen und Gebirgsbildungen und darauf wieder im großartigsten Maßstab erfolgte Abtragungen handelt.

Es lag nahe, die kleinen einfachsten Zyklen, die oft in großer Zahl übereinanderfolgen, mit den nach geologischen Zeitbegriffen rasch sich wiederholenden, von 11 000 zu 11 000 Jahren regelmäßig wechselnden Umläufen des Äquinoktialpunktes in Zusammenhang zu bringen. Durch die hierbei stattfindende Umstellung der Erdachse und die für beide Hemisphären wechselweise sich ergebende Verschiebung des Winter- und Sommerhalbjahres in Sonnennähe und Sonnenferne sollten sich die klimatischen Verhältnisse und die Meeresbedeckung regelmäßig ändern und so jenen einfachen Sedimentationswechsel, der ja von diesen beiden Faktoren unmittelbar bedingt ist, bewirken. Daraus zählte man dann die verflossenen Jahrtausende ab. Das Tertiär wurde z. B. so auf 235 000 Jahre berechnet. Die großen Diskordanzen dagegen wollte man mit den ausgreifenderen 80 000 jährigen Exzentrizitätsschwankungen der Erdbahn in Beziehung bringen, bei denen durch die Annäherung der Erde an den Sonnenkörper und ihre erneute Entfernung

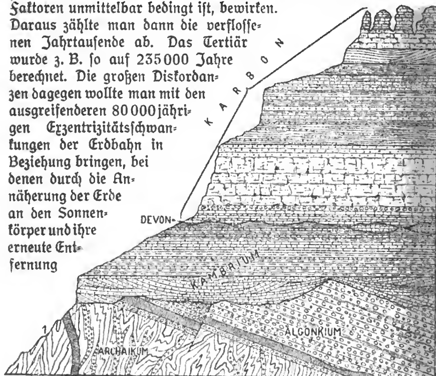



Fig. 4. Durchschnitt durch den Grand Cañon des Colorado. Diskordante Überlagerung der Schichtsysteme mit Abtragungsflächen. (Nach Frech.)

Spannungen in der Erdkruste besonders leicht ausgelöst würden und so starke Niveauverschiebungen entstünden.

Litten die zuerst besprochenen Versuche, aus den Sedimentmächtigkeiten absolute Zahlen abzuleiten, an der Unsicherheit, womit sich die unter besonderen klimatischen und geomorphologischen Verhältnissen jeweils verlaufenden Abtragungs- und Ablagerungsvorgänge auf entlegene Zeiten übertragen lassen, sowie an der Schwierigkeit, die Mächtigkeitsbeträge der Formationen richtig anzusetzen, so sind die mit astronomischen Perioden arbeitenden Schätzungen deshalb so unsicher, weil die Sedimentationszyklen sehr lückenhaft erhalten, von Ablagerungsbecken zu Ablagerungsbecken ganz verschiedenartig sind und in ihrer Zahl wie auch speziellen Ausgestaltung und gelegentlichen Unterbrechung sich als abhängig von einer ganzen Anzahl aller möglichen Zufälligkeiten erweisen. Gleichwohl soll nicht geleugnet werden, daß nach weiterer Klärung der bis jetzt noch dunkeln Zusammenhänge zwischen astronomischen und geophysischen Vorgängen hier ein vielleicht in Zukunft gangbarer Weg vorliegt.

Der Wiener Geologe Neumayr, der sich große Verdienste um die Klärung allgemeiner Fragen der Vorweltkunde erworben hat, versuchte, über die Dauer der Jurazeit folgendermaßen ein Urteil zu gewinnen. Wir können, sagt er, im Jura 24 Stufen unterscheiden, von denen jede eine gegen die vorherige etwas abgeänderte Fauna besitzt und zwar abgeändert mindestens in dem Maße, wie sich die Marinfaunen seit dem Ende des Tertiärs bis heute umgewandelt haben. Die Jurazeit war also, wenn man gleiche Entwicklungsschnelligkeit voraussetzt, etwa 24mal so lang wie die bisher verflossene Zeit des Quartärs. Auffallend ist, daß bei neuerdings nach anderen Erwägungen angestellten Berechnungen für die Ablagerungsdauer verschiedener Oberjurastufen ganz besonders kurze, nur von ein paar Jahrhunderten bis wenige Jahrtausende schwankende Angaben erzielt wurden.

Endlich sei hier noch auf ein neueres Verfahren hingewiesen, das allerdings größte Beachtung verdient. Man weiß, wieviel Helium aus Radium in einem Jahr gebildet wird. Eine Berechnung des Heliumgehaltes eines Minerals nach der Jahresproduktion läßt das Alter dieses Minerals in absoluten Jahreszahlen erkennen. So ergibt sich für einen im Oligozän entstandenen

Sphärosiderit 8,4 Mill. Jahre, für einen eozänen Hämatit 31 Mill. Jahre, für einen karbonischen 150 Mill. Jahre.

Man darf bei allem Skeptizismus und aller Kritik solchen Versuchen gegenüber eines nicht vergessen: sie geben uns bei ihrer Ungenauigkeit doch innerhalb gewisser Grenzen eine greifbare Vorstellung von einem Maximum und Minimum der Zeitdauer großer Epochen. Denn angesichts des planlosen Umsichwerfens mit Jahrmillionen, wie man es populärerweise oft findet, bedeutet es schon einen großen Fortschritt, wenn man mit Walcott sagen kann: Die geologische Zeit ist lang, aber nicht von unbegrenzter Dauer. Sie kann gemessen werden nach Zehnern, aber nicht nach einzelnen und auch nicht nach Hunderten von Jahrmillionen.

## II. Land- und Meerverteilung der Vorzeit.

### 1. Der Wechsel im Gebiet der heutigen Kontinente.

Obwohl das archäische und algonkische Zeitalter zusammen von solcher Länge sind, daß dagegen die erdgeschichtlichen Perioden seit Beginn des Kambriums zu einer kürzeren Phase der Erdgeschichte zusammenschrumpfen, so wissen wir von jenen alten Epochen paläogeographisch doch sehr wenig. Zwar finden wir ungeheuere Lagerungsdiskordanzen, abgetragene Faltenkomplexe wieder bedeckt von jüngeren Sedimenten, einen endlosen Wechsel von Gesteinen verschiedenster Herkunft, dabei auch Konglomerate; aber zu einem paläogeographischen Gesamtbild lassen sich selbst auf kürzere Erstreckung diese Vorkommen nicht vereinigen, weil uns mangels Fossilführung jede Möglichkeit einer genaueren relativen Altersparallelisierung fehlt. Wir sehen heute noch, wie algonkische Falten in Finnland das Oberflächenrelief bestimmen, wir kennen neben vielen inneralgonkischen und archäischen Diskordanzen auch die ungleichsinnige Überlagerung des ältesten Paläozoikums auf dem kanadischen und fennoskandischen[1]) Schild, in Westfrankreich und Böhmen. Das zeigt uns oberalgonkische Landbezirke an, während etwa im westlichen und nördlichen Norwegen

1) Fennoskandia ist der zusammenfassende Name für das Gebiet von Finnland und Skandinavien.

und Schottland zur oberalgonkischen Zeit Meer bestanden haben muß, denn dort herrscht Konkordanz zwischen den Marinablagerungen beider Zeitalter. Gebirgsfaltungen begegnen uns in Nordamerika, Nordchina, Nordeuropa, und auch eiszeitliche Bildungen in größerer Ausdehnung will man mehrfach, d. h. in verschiedenen Stufen des präkambrischen Zeitalters nachgewiesen haben. Mehr aber kann man kaum sagen.

Wie im Schlußkapitel noch einmal in anderem Zusammenhang dargestellt wird, liegen auf der Nord- und Südhemisphäre alte kristalline Kerne gegenüber, welche sozusagen die festen Pfeiler sind, um die sich die nachalgonkischen Trockenflächen gruppieren, wenn auch diese Kerne selbst vielfach inundiert waren. Die paläozoische Verteilung von Land und Meer auf den heutigen Kontinentalgebieten — denn nur von diesen ist zunächst die Rede — steht insofern in einem gewissen Gegensatz zur neuerdzeitlichen, als damals die ausgedehntesten Trockengebiete auf der Südhalbkugel gelegen zu haben scheinen, während sie jetzt auf der Nordhemisphäre liegen. (Vgl. Fig. 1 u. 15.)

Mit Beginn des Kambriums sehen wir Nordsibirien und China, Ostaustralien, Südafrika, teilweise ganz Westamerika, Skandinavien, die baltischen Lande, fast ganz Mittel-, Süd- und Westeuropa vom Wasser bedeckt. Afrika, Mittel- und Ostaustralien, Indien, der brasilische, kanadische, fennoskandische Kern, teilweise auch der asiatisch-sibirische waren Land. Der nordamerikanische Kontinent wird im Oberkambrium auch in seinem zentralen Teil überflutet. Immer weitere Gebiete gewinnt das Meer und zwar vornehmlich auf der Nordhalbkugel, wo im Silur nur ein Streifen in Westamerika und Grönland, dagegen in ausgedehnterem Maße Nordostasien-Sibirien freibleibt und ebenso die Südkontinente; nur Ostaustralien, das westlichste und südliche Südamerika sind bedeckt. Im Devon gewinnt auf der Nordhemisphäre das trockene Land zunächst wieder sehr an Umfang, indem der ganze kanadische Schild, Grönland, Skandinavien, Schottland, die arktischen Teile, auch das mittlere Sibirien und die Mongolei frei von Wasserbedeckung werden; das südamerikanische Tafelland bleibt dauernd nur im brasilischen Kern, Indien dagegen ganz frei; Australien verhält sich wie bisher; Rußland, Süd- und Westeuropa sind stark wasserbedeckt. Die nordatlantischen Kontinentalteile, aus denen sich das Meer mit Anfang des Devon zu-




Fig. 5. Verteilung der kristallinen Massen auf der jetztweltlichen Erdoberfläche. (Nach de Lapparent.)

rückgezogen hatte, waren nun von oft vertrocknenden Flußniederungen durchzogen, die sich gelegentlich ganz oder teilweise in Meeresästuare oder Sumpfgebiete verwandelten.

Bis zum Devon sind die Südkontinente weniger meerbedeckt gewesen als die Nordkontinente. Dann aber, vom Devon ab, dehnen sich die nordhemisphärischen Trockenflächen wieder aus, was im Karbon fortschreitet und zwar im Zusammenhang mit großen Gebirgsbewegungen. Doch bleibt es im Karbon selbst bei einem vielfachen Hin- und Herschwanken der Land- und Wassergrenzen, was die Bildung von randlichen Ästuaren und damit die Entstehung der Steinkohlen fördert. Überall, wo heute die Steinkohlenfelder liegen — auf der Nordhemisphäre —, trat damals das Meer von älteren Kontinentalböden zurück und bildete die oft wieder vorübergehend überfluteten Niederungen der Steinkohlenwälder in Nord- und Mitteleuropa, Nordchina, Mittelnordamerika. Im Perm steigert sich die Verlandung der Nordgebiete wieder erneut. Von einem trockenen Wüstenklima umgeben, lagern sich im deutschen Zechsteinbinnenmeer die Kalisalze ab. Auf den Kontinentalteilen der Südhemisphäre dagegen liegen weit ausgedehnte Eismassen — die zweite größere Eisbildung im Paläozoikum. Denn schon das Kambrium in Australien, China und Nordskandinavien zeigt uns das gleiche Phänomen, z. T. in ebenfalls großer Ausdehnung; Permeis ist jedoch auf der Nordhemisphäre nicht nachgewiesen.

In der Trias schreitet der Prozeß der kontinentalen Trockenlegung sowohl auf der Süd- wie auf der Nordhalbkugel einem Höhepunkt zu; es ist eine ausnehmend geokratische Zeit, ganz im Gegensatz zum thalattokratischen Obersilur oder mittleren Jura. Von der Trias ab machen sich jetzt stärkere Meeresingressionen wieder geltend, der Lias transgrediert vor allem in Mitteleuropa, und unter fortwährendem Wechsel geht das durch die Kreidezeit hindurch fort, wo wir noch der großen Cenomantransgression in Europa begegnen. Konstruiert man im gewöhnlichen Sinn die Land- und Meereszusammenhänge über die Ozeane weg, so kann man sagen, daß im Jura die Land- und Wasserverteilung auf der Nord- und Südhemisphäre im ganzen quantitativ gleich gewesen sein könnten; dann aber beginnt, mit Unterbrechungen dieses Prozesses in der Kreide, die immer deutlicher werdende Freile-

gung der jetzigen Kontinentalgebiete von Wasserbedeckung, was sich im Tertiär vollendet zu dem heute sichtbaren Resultat. Die so überwiegende Anhäufung des trockenen Landes auf unserer Halbkugel steht im Zusammenhang mit den großen umfassenden tertiären Gebirgsbildungsvorgängen, die in der Kreide schon örtlich bemerkbar wurden, dort aber noch nicht zu einer entscheidenden Wirkung kamen und im Alttertiär sogar noch einmal aussetzten.

Wie es einen Wechsel von geokratischen und thalattokratischen Epochen gibt, so gibt es, wie schon angedeutet, auch einen Wechsel von gebirgsbildenden und tektonisch ruhigeren Zeiten. Ganz erloschen war zwar die Gebirgsbildungskraft nie, und lokal machte sie sich in geringerem Maß stets bemerkbar. Aber trotzdem lassen sich einige Hauptphasen vor allem bezeichnen, wo die Entstehung von Faltengebirgen besonders lebhaft war. Zu diesen gehört neben dem Archaikum aus den Zeiten der fossilführenden Formationen das Silur, Karbon und Tertiär. In Europa unterscheiden wir mit E. Sueß vier größere Gebirgsbildungsphasen, die auf der Karte S. 98 veranschaulicht sind:

1. Im äußersten Nordwesten von Europa liegen über ältesten archaischen Falten algonkische Sandsteine, beide Systeme getrennt durch eine große Abtragungsdiskordanz.

2. Schottland, Wales, Irland und Westskandinavien enthalten die Reste großer silurischer Faltungserscheinungen, über denen sich stellenweise das Devon abgelagert hat.

3. Die größte ausgreifendste Faltung ist die herzynische Faltung, die ins Karbon fällt, welcher ganz Zentral-, West- und Südwesteuropa unterlag. In Deutschland läuft die Streichrichtung jener Falten im allgemeinen von NO nach SW, in Frankreich, England und Irland von NW nach SO.

4. Die tertiäre, welche die jungen, heute noch emporragenden Ketten- und Faltengebirge umfaßt.

Alle diese Gebirgsbildungsphasen lassen sich auch in den außereuropäischen Erdteilen nachweisen, und zwar besonders die karbonische Faltung in Australien, Afrika, Nordamerika und Zentralasien. Auch die Ostalpen sind schon einmal von der karbonischen Faltung zum Teil ergriffen gewesen, doch fällt ihre eigentliche

Entstehungszeit ins Tertiär. Die Uralfaltung verläuft erst im Perm. (S. S. 97/98.)

Wie gebirgsbildende mit ruhigen Zeiten wechseln, so auch vulkanisch bewegte mit vulkanisch ruhigen Perioden. Algonkium, Devon, Perm und Jungtertiär sind Zeiten lebhaftesten Vulkanismus, die zum Teil Ausbrüche mit sich brachten und Mengen zutage förderten, gegenüber denen der heutige Vulkanismus nur ein schwaches Abbild bedeutet.

Man hat, vornehmlich aus tier- und pflanzengeographischen Gründen, große Kontinentalmassen in heute ozeanischen Gebieten vielfach angenommen. Es haben die Tiergeographen v. Ihering wegen der nahen Formverwandtschaft der Flußmuscheln, Ortmann wegen jener der Süßwasserkrebse, Matthew wegen der nahen Formbeziehungen zwischen australischen und südamerikanischen Beutlern eine größere Landverbindung im Gebiet der heutigen Südsee gefolgert, z. T. unter Einbeziehung des antarktischen Kontinentes, der im größten Teil des Paläozoikums und Tertiärs und im Mesozoikum wohl überhaupt nicht vereist war. Eine positive Stütze erfährt diese paläogeographische Landverbindung der genannten beiden, heute weit getrennten Südkontinente nach Supan, dem wir hier folgen, noch durch die fossilen Pflanzenfunde in hohen südlichen Breiten, welche ein mildes Klima dartun, das die Wanderungen von Lebewesen durch heute unter ewigem Eis starrende Gebiete wohl ermöglichte.

Genau dasselbe gilt angeblich auch für den längst geforderten nordatlantischen Kontinent (Nordatlantis, Poseidon p. p.). Die vielfach ganz gleichartigen Marinfaunen des östlichen Nordamerika und Nordeuropas zu verschiedenen Zeitaltern zwingen den mit der üblichen tiergeographischen Methode arbeitenden Forscher zur Annahme eines nordatlantischen Kontinentalzusammenhanges auch über jetzige bedeutende ozeanische Tiefen hinweg; denn — so argumentiert man — wie hätte sonst ein „Austausch" der bodenbewohnenden Flachwassertiere stattfinden können? Das „alte rote Nordland" (Walther) im Devon wurde S. 40/41 erwähnt; man dehnt es ebenfalls über den Atlantik aus.

Ferner wird ein südatlantischer Kontinent (Archhelenis) aus ganz gleichen Gründen gefordert. „Auffallende Beispiele verwandtschaftlicher Beziehungen zu beiden Seiten des süd-

atlantischen Ozeans liefert besonders die niedere Tierwelt, wie die wirbellose Küstenfauna von Brasilien und Westafrika, die Muscheln und Krebse des Süßwassers, die Fische, die Landmollusken und die Käfer. Je weiter die Erforschung der afrikanischen Flora fortschreitet, um so mehr treten auch hierin die südamerikanischen Anklänge hervor" (Supan).

Die paläozoisch-mesozoische Gondwanaserie in Indien, die Karrooformation in Südafrika und ähnliche Sedimentbildungen in Australien haben an den drei entfernten Regionen den gleichen floristischen Charakter, und zwar sowohl im Spätpaläozoikum (Glossopterisflora), wie im Mesozoikum. In Südafrika und Indien bricht diese Formation tektonisch gegen das Meer ab, so daß man den unmittelbaren Eindruck ihrer ehemaligen Fortsetzung über das Meer erhält (E. Sueß). Rings um den Indischen Ozean finden wir außerdem mittel- und spätmesozoische Flächenablagerungen, was immer noch auf Landnähe deutet, wenn auch dieses „Gondwanaland" mit der Jurazeit zu zerfallen scheint, gerade wie das südatlantische Festland (Archhelenis, Südatlantis) von der unteren Kreidezeit ab.

Weniger Übereinstimmung herrschte bisher bezüglich der Existenz eines ehemaligen pazifischen Kontinentes. Zwar hat man in den südamerikanischen Anden Andeutungen von westwärts hergekommenen jurassischen Landgeröllen, und die polynesischen Inseln bestehen z. T. aus alten kristallinen Kernen. Aber außer Haug, der aus ganz anderen, hypothetischen Gründen pazifisches Land in großer Ausdehnung für Paläo- und Mesozoikum annimmt, neigt die Mehrzahl der Forscher zu der Auffassung des hohen Alters des Pazifischen Ozeans.

Wir halten, ganz abgesehen von einem etwaigen pazifischen Kontinent, solch ausgedehnte Landzusammenhänge und Ozeanüberbrückungen in der Vorzeit nicht für wahrscheinlich. Teils erscheint uns, wie im Kap. I, Abschn. 2b dargelegt wurde, die tiergeographische Methode als solche nicht einwandfrei genug, um aus der Gleichheit von Faunen und Gattungen bzw. Arten in fernen Ländern auf einen unmittelbaren Austausch zu schließen; teils ist man in letzter Zeit durch tiefer eindringendes Studium, besonders der Wirbeltierfaunen aller Weltteile, zu der Erkenntnis stammesgeschichtlicher Verschiedenheiten und Paral-

lelentwicklungen tertiärer Säugetiertypen besonders in der Alten und Neuen Welt gelangt, die man früher übersehen hatte, oder zu deren Erkenntnis das Material noch nicht ausreichte; und drittens sprechen auch allgemeine geologische und geophysikalische Gründe gegen die ehemalige ausgedehnte Überbrückung ozeanischen Bereiches durch Festland. Hierüber wird der Abschnitt 4 dieses Kapitels noch Aufschluß geben.

## 2. Gesetzmäßigkeiten im Wechsel von Land und Meer.

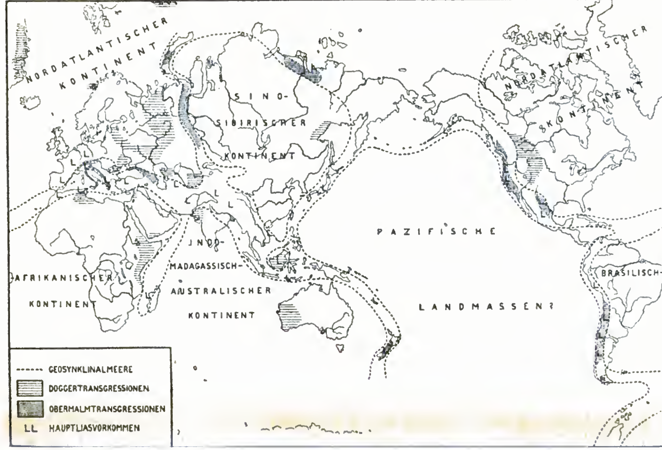
Die wechselnde Verteilung von Land und Meer im Verlauf der erdgeschichtlichen Zeitalter unterliegt, so unregelmäßig sie auch einer weniger tief eindringenden Betrachtung erscheinen mag, dennoch gewissen Gesetzmäßigkeiten, deren wirklichem Mechanismus man zwar noch nicht auf den Grund gekommen ist, die aber aus einer Reihe von Vorgängen immerhin als solche sehr gut erkennbar werden.

In den Regionen der Faltengebirgsbildung ist die Gesamtserie der Ablagerungen durch größere Zeiträume hindurch schon primär — nicht erst sekundär durch die Faltungen — weit mächtiger als im nichtgefalteten Umland. Im ganzen bleiben auch die einzelnen Fazies große Mächtigkeitsbeträge hindurch gleichartig, und oft treffen wir Flachmeerablagerungen, deren Mächtigkeit so groß ist, daß sie niemals in einer Meerestiefe abgesetzt worden sein können, welche ihrer Mächtigkeit direkt entspräche. Man muß aus diesen Tatsachen den Schluß ziehen, daß die späteren Faltengebirgsregionen ursprünglich, und zwar lange Zeiten hindurch, Flachmeerwannen waren, deren Boden etwa in dem Maße sank, als sich darin Sedimente ablagerten. Durch dieses langsame, aber beständige, wenn auch gelegentlich durch Aufwärtsbewegungen episodenhaft unterbrochene Sinken wurde zugleich infolge Tieferlegen der Erosionsbasis immer neues Sedimentärmaterial aus dem stabileren Umland in die Wanne hineingezogen, so daß immer eine flache Wanne als solche erhalten blieb und die zuvor gebildeten Sedimente allmählich in die Tiefe rückten. Später nahmen sie den entgegengesetzten Weg, indem sie aus der Tiefe heraus zu Gebirgen aufgefaltet wurden. Derartige eigentümliche Meeresräume werden **Geosynklinalmeere** genannt.

Dieser Senkungsprozeß war aber, wie schon angedeutet, auch Schwankungen unterworfen. Bald verlief die Senkung des Geosynklinalbodens rascher, bald langsamer, als die Sedimentfüllung der Wanne vor sich ging. Im ersteren Fall entstand die Gelegenheit zur Bildung von Schichten mit Tiefencharakter, besonders wenn die labile Geosynklinalzone nicht von trockenem, sondern meerbedecktem Umland umsäumt war, so daß schon dort die Hauptmenge der terrigenen Sedimente zur Ablagerung kommen konnte; im letzteren Fall entstanden Untiefen und Strandbildungen, Sedimentationslücken und Lagerungsdiskordanzen.

Es läßt sich nun verfolgen, daß mit einer, allerdings durch anderweitige Verhältnisse oft gestörten, dennoch aber dem Wesen nach vorhandenen Regelmäßigkeit Vertiefungen und erneute Transgressionen in den Geosynklinalgebieten zugleich Verflachungen und Meeresrückzügen in dem Umland entsprechen. Ein ausgezeichnetes Beispiel hierfür bietet die Jurazeit (vgl. Karte Fig. 6). Die Liasmeere, soweit sie epikontinental waren, fielen im wesentlichen mit den Geosynklinalmeeren der späteren alpinen Faltungsregionen zusammen; eine Ausnahme machen Mittel- und Westeuropa, Madagaskar und Nordsibirien. Gegen Ende des Lias und im Dogger verflachen sich die Geosynklinalmeere, werden z. T. trocken, und gleichzeitig beginnen mehr oder weniger weitreichenden Ingressionen in vorher trocken gelegene Gebiete, wie ebenfalls aus der beigegebenen Karte Fig. 6 zu entnehmen ist, wo mit weiterstehenden Horizontalschraffen die Transgression des mittleren Jura über älterem Gestein angegeben ist. Im Malm findet der umgekehrte Prozeß statt: die Geosynklinalen vertiefen sich wesentlich und von den meisten, im Dogger überfluteten epikontinentalen Gebieten zieht sich das Meer wieder zurück (enge Schraffuren).

Aus diesen Geosynklinalgebieten gehen, wie schon erwähnt, später die tertiären Falten hervor, mit Ausnahme der madagassischen und nordsibirischen Region, die aber ihrem sonstigen Mechanismus nach vollständig zu den übrigen Geosynklinalen zu rechnen sind. Denn die Geosynklinalgebiete sind gewissermaßen das aktive, die übrigen Epikontinentalgebiete das mehr passive Element bei den Trans- und Regressionen, soweit letztere nicht überhaupt noch anderen Ursachen entspringen. Das Auftauchen


NORDATLANTISCHER KONTINENT
SINO-SIBIRISCHER KONTINENT
NORDATLANTISCHER KONTINENT
PAZIFISCHE LANDMASSEN?
INDO-MADAGASSISCH-AUSTRALISCHER KONTINENT
AFRIKANISCHER KONTINENT
BRASILISCH-
GEOSYNKLINALMEERE
DOGGERTRANSGRESSIONEN
OBERMALMTRANSGRESSIONEN
LL HAUPTLIASVORKOMMEN

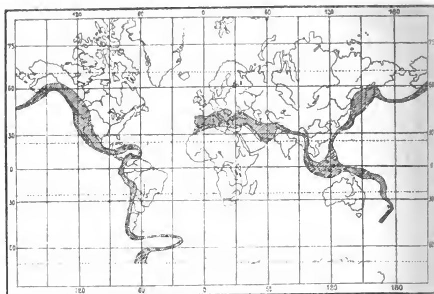


Fig. 7. Verlauf der jüngeren Faltengebirge. Zugleich bemerkenswert das senkrechte Auftreffen auf die atlantischen und das parallele Umrahmen der pazifischen Küsten. (Nach Neumayr.)

von Faltengebirgen aus dem Schoß der Geosynklinalen ist nicht das Endziel, sondern nur der gelegentlich auch ausfallende extremste Grad ihrer Beweglichkeit. Das Komplementärverhältnis kann, wenn sonst keine wesentlichen Bewegungen dazwischentreten, gelegentlich bis zu einem gewissen Grad auch quantitativ beobachtet werden. So bemerkt Kossmat in seiner am Schluß dieses Bändchens zitierten „Paläogeographie", daß im Oberkarbon das Meer den Raum, den es im mittleren Europa durch die damalige Gebirgsbildung verlor, im Süden wieder gewann.

Die Geosynklinalgebiete blieben nicht stets an ihrer ursprünglichen Stelle liegen, sondern wanderten. So verhält sich beispielsweise in der Karbonzeit die norddeutsch-belgische Gegend wie eine Geosynklinale. Und als dort dem Boden ein Faltengebirge entstiegen war, verschwand der Geosynklinalcharakter der Gegend, die Falten wurden allmählich abgetragen und von da ab verhielt sich das Gebiet nur noch wie ein nichtgeosynklinales; statt dessen öffnete sich die alpine Senke. Die Gebirgsbildung verlegt also die Geosynklinalen. Zu paläozoischer Zeit waren sie

auch breiter, unbestimmter umgrenzt; im Mesozoikum war ihr Gegensatz zu den umliegenden Kontinentalgebieten am schärfsten und der wechselseitige Austausch von Trans- und Regressionserscheinungen am deutlichsten ausgeprägt. Seit der Auffaltung der jungen Gebirgsbögen aber sind die Geosynklinalen wieder verschwunden. Es ist möglich, daß das Mittelmeer noch eine solche ist und daß wir vielleicht in der uralischen Senke und dem palästinensisch-afrikanischen Graben den Beginn einer solchen sehen dürfen, die möglicherweise im Roten Meer schon einen Teil ihrer Verwirklichung erlebt. Gelegentlich werden auch ältere Geosynklinalen wieder erneuert; so waren Teile der Alpen vor der Karbonzeit Meer, dann aufgefaltet, dann wieder abgetragen, untergetaucht und der neuen mesozoischen alpinen Geosynklinale angegliedert, in der sich dann die heutigen nord- und südalpinen mesozoischen Sedimente ablagerten. Einen Vergleich zwischen den mesozoischen Geosynklinalmeeren und den jungen Faltengebirgen erlauben die beigegebenen Abbildungen Fig. 6 und Fig. 7.

Große Regelmäßigkeit zeigt der Meeresverlauf in Rußland (Fig. 8) vom Untersilur bis zum Quartär, wo im ganzen zwölfmal ein meridionaler und ein ostwestlicher Bedeckungswechsel stattgefunden hat. Im großen hat sich der gleiche Vorgang abgespielt beim Erlöschen des ostwestlich verlaufenden mesozoischen Geosynklinalmeeres (Tethys) in Südeuropa und Südasien, wofür sich der nordsüdlich verlaufende palästinisch-afrikanische Graben bildete.

Eine gewisse, schon bis ins Kleinste gehende Gleichartigkeit der zu ganz verschiedenen Zeiten immer wiederkehrenden Meeresbedeckung bzw. -begrenzung kommt gleichfalls öfters vor und deutet auch hier auf eine tiefer liegende Gesetzmäßigkeit im Verhalten des Untergrundes oder des Umlandes. So, um nur eines der vielen Beispiele zu nennen: der von Stille so genannte „niedersächsische Uferrand", eine aus der Magdeburger Gegend über Harz und Solling zur rheinischen Masse streichende tektonische Linie, welche zu verschiedenen Zeiten die Grenze von Land- und Meeresbedeckung bildete.

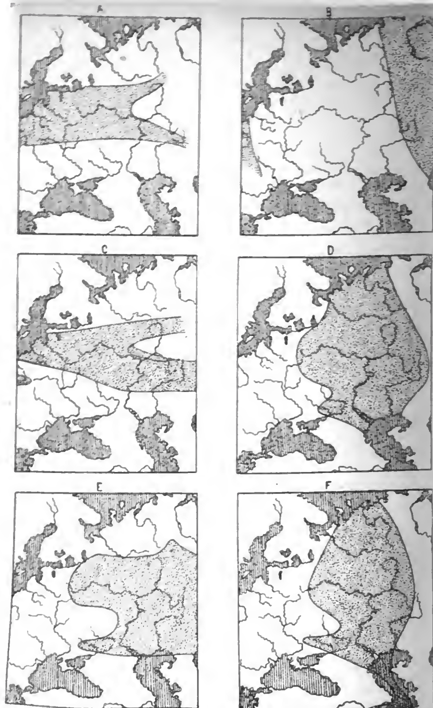



Fig 8. Erdgeschichtlicher Wechsel der Meeresbedeckung
A Untersilur, B Unterdevon, C älteres Mitteldevon, D jüngstes Oberdevon, E Unter-
L. Unteroligozän.














in Rußland in meridionaler und ostwestlicher Richtung.
karbon, F jüngstes Oberkarbon, G Jura, H Unterkreide, I Oberkreide, K Untereozän, M Pleistozän. (Nach Karpinsky.)

### 3. Ursachen der Verlegung von Land- und Meeresgrenzen.

Die Ursachen des beständigen Wechsels von Festland und Meer glaubte man früher sehr einfach auf die Abkühlung und Zusammenziehung des Erdinnern zurückführen zu können (Kontraktionstheorie). Hierdurch sollten zuerst radiale Senkungen und Brüche, dann sekundär aus ihnen durch Tangentialdruck Hebungen der Erdkruste und ihrer einzelnen Teile folgen. Man ist aber gegen diese wohl allzu primitive Auffassung skeptisch geworden. Denn seit den Untersuchungen Tammanns über die wechselnde Volumenzu- und -abnahme stark erhitzter oder geschmolzener und unter Druck stehender Stoffe weiß man, daß die Abkühlung des ebenfalls hochtemperierten und unter starkem Druck stehenden Erdinnern ein sehr komplizierter, mit Kristallisationsspannungen und Volumenänderungen verschiedenster Art verbundener Prozeß sein muß und daß darum nicht nur Kontraktion und Expansion an verschiedenen Stellen gleichzeitig stattfinden, sondern ebensowohl auch eine Volumenvergrößerung des Erdkörpers wie eine Zusammenziehung vor sich gehen konnte. Auch ist es wahrscheinlich, daß durch den Zerfall der radioaktiven Substanzen in der Erdkruste so viel Wärme erzeugt wird, daß der natürlich allerletzten Endes eintretende Abkühlungsprozeß praktisch gar nicht in Frage kommt. Ferner kann von Gewölbespannungen in der Erdkruste, wie neuerdings Andrée in einem Buch über Gebirgsbildung ausgeführt hat, ohnehin aus Festigkeitsgründen keine Rede sein, so daß ein aus Niederbrüchen allenfalls erzeugter Tangentialdruck nur ganz lokal, aber nicht universell, wie das die Kontraktionstheorie für Hebungen und Gebirgsbildung fordert, wirken kann.

Chemisch-physikalische Umsetzungen, Kristallisationsspannungen, Ausdehnung und Zusammenziehung, Druckvermehrung und Druckverminderung, auf- und absteigende Strömungen von großer elementarer Kraft müssen wir demnach für den magmatischen Teil des Erdinnern annehmen. Diese Vorgänge mögen starke Unregelmäßigkeiten auf der Magmaoberfläche hervorrufen, die sie umspannende oder gewissermaßen auf ihr schwimmende kontinentale Haut heben und senken und so eine erste Art ungleich-

mäßiger Bewegungen der Kontinentaltafeln und ihrer Teile, so- wie des Ozeanbodens bewirken. Auf diese Wei'e mögen etwa große Brüche oder Geosynklinalbewegungen entstehen, vielleicht auch ozeanische Gräben erzeugt werden, die weiterhin durch das ein- strömende Wasser ausgefüllt, zur allgemeinen Niveauerniedri- gung des Meerwassers und einer damit scheinbar verknüpften Steigung der Meeresküsten führen und umgekehrt.

Letzteres ist die Erscheinung der sog. eustatischen Meeresbe- wegungen, welche Sueß, der nur von Absenkungen der Erd- kruste durch Kontraktion und sekundärem Tangentialdruck wissen wollte, in seinem am Schlusse zitierten grundlegenden Werk teils auf allmähliche Verdrängung des Meerwassers durch nieder- brechende Kontinentalschollen, teils Ausfüllung der Meeresräume durch Sedimente und auch auf astronomische Ursachen, wie Ro- tationsachsen- und Schwerpunktsverlegungen zurückführte. Es ist überhaupt öfters der Versuch gemacht worden, astronomische Me- chanismen zur Erklärung großer Lageveränderungen auf der Erd- oberfläche heranzuziehen, wobei die Änderung der Erdbahnex- zentrizität, das wechselnde Stellungsverhältnis der Erdachse zu ihrer Bahn u. dgl. verwertet wurden. Im allgemeinen fußen der- artige Ideen auf der Ungleichmäßigkeit, womit die feste Erdrinde einerseits, die Hydrosphäre andererseits den durch Verlegung der Rotationsachse notwendig werdenden Sphäroidveränderungen nachkommt. Spannungen und gelegentliche ruckweise Verschie- bungen der Kontinentaltafeln seien die nächste Folge davon.

Hier spielt die Lehre von der Isostasie herein. Isostasie ist der Ausdruck für das mechanische Bestreben der Erde, immer wieder nach eingetretener Störung entweder die äußere Form des idealen Rotationsellipsoids herzustellen, oder unter Verzicht auf die ideale Rotationsfigur wenigstens die Schwerverhältnisse ins Gleichgewicht zu bringen. Eine auf den Geophysiker Dutton zurückgehende Lehre glaubt, daß die leichteren Schollen der Erd- kruste unmittelbarer der Zentrifugalkraft folgen als die schwe- reren; diese bilden die Vertiefungen, jene die Erhöhungen. Tat- sächlich zeigen ja die Hochgebirge im Innern Massendefekt, ebenso wie die Kontinentalgebiete im ganzen eine geringere Dichte haben als die Ozeanböden, was im Kapitel IV, 1 näher auseinander- gesetzt wird. Abtragung von Schollen müßte danach ihr Steigen,

Auflagerung auf dieselben ihr Sinken zur Folge haben. So wird die Meinung vertreten, daß das heutige Steigen Skandinaviens von dem entlastenden Wegschmelzen des diluvialen Eises komme; denn da die Schollen der Erdkruste gegenseitig verkeilt seien und Druckfortpflanzungen sowie Hemmungen stattfänden, so hinke der isostatische Ausgleich vielfach nach, und daher steige erst jetzt die skandinavische Scholle wieder. Da die Alpen und das norddeutsche Flachland, die auch Eisbedeckung trugen, nicht steigen oder sogar im Gegenteil sinken, und da auch die Alpen trotz der intensiven Abtragung nicht weiter steigen, so ist anzunehmen, daß der isostatische Ausgleich auch durch entsprechende Verlagerung von Nachbarschollen eintreten und das Ausgleichsbedürfnis durch Bei- oder Abströmen schwererer bzw. leichterer Magmamassen im Innern ebenfalls befriedigt werden kann, so daß Niveauänderungen möglicherweise an einer anderen Stelle als der isostatisch gestörten als Folgeerscheinung auftreten. Wir bemerken ja auch, daß unter alten, abgetragenen Faltengebirgen kein Massendefekt mehr besteht, und daß sie nicht mehr in die Höhe gestiegen sind, was also auf eine allmähliche andersartige Gewichtsausgleichung schließen läßt.

Auf Umsetzungen im Untergrund dürften auch die schon besprochenen Geosynklinalbewegungen zurückgehen, deren extremster Ausschlag nach oben als Faltengebirgsbildung von alpinem Typus erscheint. Die Mächtigkeit der in einer solchen Geosynklinale abgesetzten Sedimente deutet andererseits auf eine viele tausend Meter betragende vorherige Absenkung des ursprünglichen Bodens. Eben dieses Zusammentreffen großer Tiefenversenkung mit höchster Erhebung drängt zu der Annahme, daß die eine Geosynklinale schaffende und umwandelnde Kraft in der Tiefe ihren Sitz hat und mit thermischen Einwirkungen auf das abgesenkte Gestein und mit daraus entstehenden Metamorphosierungen, Druck- und Volumenänderungen unmittelbar zusammenhängt.

Der französische Geologe und Alpenforscher Termier hat dafür einen Fingerzeig gegeben, indem er die in allen Faltungszonen vorhandenen kristallinen Gesteine als durch einen Plastizitäts- oder Zähflüssigkeitszustand hindurchgegangen erklärt. Die vollendetste Metamorphosierung fällt nun mit ehemaligen

Geosynklinalzonen zusammen. Es vereinigen sich also die Absenkung in große Tiefen, die Erwärmung, die Einschmelzung und die spätere Faltengebirgsbildung. Kommen bei der Absenkung und Erwärmung in der Tiefe juvenile Dämpfe hinzu, so geht unter großer Erhitzung eine Metamorphosierung vor sich, Stoffaustreibungen und -ersetzungen treten ein, und in der Zone der Einwirkung entsteht eine mehr oder minder ausgedehnte Zone erweichter erhitzter Massen. Ist der Umwandlungsprozeß beendet oder hört das Zutreten der Dämpfe auf, dann geht eine Verkristallisierung und allmähliche Abkühlung vor sich. Bei den tieferen Gesteinsmassen wird dieser Prozeß am spätesten abschließen, sie bleiben länger magmatisch und werden bei Druck- oder Volumenänderungen nach oben herausgepreßt als „vulkanische" Gesteine.

Der Schritt von dieser Vorstellung zu dem Erfassen des faltengebirgsbildenden Prozesses ist einfach: die auch in dem übrigen, kristallin gewordenen Gesteinskomplexe zuvor schon aufgetretene Volumenvermehrung und Wärmeexpansion hat unterdessen auf die darüberliegenden Sedimentärschichten der ehemaligen Geosynklinale hebend und faltend gewirkt, ein Dichtedefekt ist eingetreten und der ehemals fortgesetzt sich senkende Meeresboden der Geosynklinale ist zu einem Gebirge mit sichtbarem oder unsichtbarem kristallinem Kern geworden.

Den ersten Anstoß zur Bildung einer Geosynklinale kann man etwa in isostatischen Störungen des Untergrundes suchen. Es wird unter reichlicher Aufhäufung von Sedimenten das Areal in die Tiefe gerückt, wie früher beschrieben; damit beginnt die thermische Wirkung. Die wechselnde Hebung und Senkung der Geosynklinale vor Aufquellen des Faltengebirges ist dann durch die lokal und regional verschieden starke und an ein und derselben Stelle mit wechselnder Intensität vor sich gehende Metamorphosierung und Volumenänderung zu erklären, die bald zu Hebungen, bald zu Senkungen führt. Die einzelnen Geosynklinalteile können sich dabei verschieden verhalten. So findet im Mesozoikum, wie S. 46 geschildert, zur Doggerzeit eine Verflachung der Geosynklinalen statt, im Malm eine erneute Vertiefung; aber in Westamerika und Neuseeland erst im obersten Malm. An manchen Stellen äußert sich diese Verflachungsbewegung nur als ein-

fache Hebung und allenfalls Trockenlegung, in Westamerika als schwache Faltung; in der Kreide hebt sich in den Ostalpen lokal die Geosynklinale bis zur Trockenlegung mit schwacher Faltung und Abtragung, und erst im Tertiär — aber auch hier keineswegs gleichzeitig und gleichartig — steigen aus den meisten mesozoischen Geosynklinalen Faltengebirge empor. Der Meeresstreifen von Madagaskar nach Südpersien aber, ebenso der nordsibirische, verhalten sich im Mesozoikum wie die übrigen „alpinen" Geosynklinalen, jedoch kommt es später in ihnen nicht zur Faltengebirgsbildung, sie blieben zurück. Daraus kann man schließen, daß in ihnen der Metamorphosierungsprozeß der Tiefe nicht ausgiebig sich entwickelte. Auch heute sind die Geosynklinalgebiete des Mesozoikums noch nicht zur Ruhe gekommen, wie ein Vergleich der Zonen ehemaliger mesozoischer Geesynklinalmeere, der Faltengebirge und der derzeitigen Erdbebenhäufigkeit lehrt (S. 49).

Es besteht, wie man sieht, keine Notwendigkeit, an der älteren Kontraktionstheorie festzuhalten. Es gibt eine ganze Zahl Tatsachen und Überlegungen, welche uns die erdgeschichtlichen Hebungen und Senkungen, eingeschlossen die Gebirgsbildung, ohne jene Vorstellung erklären, obwohl nicht unerwähnt bleiben darf, daß gerade in bezug auf die Gebirgsbildung, die uns nur als ein Spezialfall des allgemeinen Land- und Meereswechsels erscheinen will, angesehene Forscher anderer Meinung sind, worauf hier nicht weiter eingegangen werden kann.

### 4. Das Permanenzproblem.

„Die ozeanischen Becken sind voll bis zum Rande und nicht einmal groß genug, alles Wasser zu fassen; denn z. T. sind sie übergetreten auf die Kontinentalflächen." In diesen Worten des Amerikaners Willis liegt gewissermaßen der Angelpunkt des paläogeographischen Zentralproblems, der Permanenzfrage. Es erregt vielleicht das Staunen des Nichtfachmannes, wenn er sieht, daß trotz der geologischen Erforschung der ganzen Erde, trotz des nachgewiesenen immerwährenden und teilweise doch recht ausgreifenden Land- und Meereswechsels in allen Perioden der Vorzeit immer noch die Frage offensteht, ob die Ozeane und Festländer permanent waren oder nicht; er wird geneigt sein, anzunehmen, daß Ozeane zu Land, Land zu Ozeanboden geworden ist.

Wenn wir aber auch notwendigerweise Kontinentalzusammenhänge zwischen Europa und Nordamerika, Afrika und Südamerika, Afrika, Indien und Australien konstruieren müssen, teils wegen der Sedimentärbildungen, teils wegen der Faunen- und Florenzusammenhänge, so bekommt das oben zitierte Willissche Wort sofort eine schwerwiegende Bedeutung: wo blieb denn, wenn so große, breite Kontinente an Stelle heutiger Tiefseebecken lagen, die hierdurch verdrängte ungeheuere Wassermasse? Gewiß waren weite Teile heutiger Trockengebiete damals überflutet; aber jene Epikontinentalmeere waren seicht und in ihrem Fassungsvermögen in keiner Weise mit den Tiefseebecken zu vergleichen, welche jetzt an Stelle jener angeblichen alten Kontinente liegen; sie konnten also deren bis zum Überlaufen gesteigerte Wassermenge nicht aufgenommen haben.

Eine einfache, von Penck in seiner „Morphologie der Erdoberfläche" aufgemachte Rechnung zeigt das. In dem Gebiet der heutigen Kontinentalmassen, sagt er, war seit den ältesten Zeiten auch in den thalattokratischsten Epochen nachweisbar stets Land vorhanden. Würde man die heutige Erdoberfläche auf das mittlere Krustenniveau (vgl. S. 81/82) abtragen, so würde das über den ganzen Erdball gleichmäßig verteilte Wasser die Oberfläche 2640 m hoch bedecken. Es muß demnach zu allen Zeiten die mittlere Meerestiefe mehr als 2640 m betragen haben, wenn, wie erwähnt, im Bereich der heutigen Festländer stets Flachsee und trockenes Land gelegen hat. Die mittere Ozeantiefe war also nicht nur stets abyssisch, sondern diese abyssischen Tiefen müssen auch immerfort im Gebiet der heutigen Ozeane gelegen haben. Selbst wenn man die ganz unwahrscheinliche und vor allem durch nichts zu begründende Annahme machte, daß sich der Erdradius seit dem Paläozoikum um 10% verkürzt habe, was einer Erdumfangminderung von 4000 km entspräche; wenn man weiter annähme, daß sich etwa durch vulkanische Exhalationen das Wasserquantum auf der Erde um 10% seit jener Zeit vermehrt habe, so bliebe immer noch für den Beginn des Paläozoikums eine das ganze mittlere Krustenniveau umspannende Wasserhülle von 1800 m Tiefe, welche durch die wirkliche, außerhalb der heutigen Kontinentalgebiete liegende mittlere ozeanische Tiefe übertroffen wurde; für die Ozeangebiete des Mesozoikums er-

rechnet sich auf gleiche Weise eine mittlere Meerestiefe von über 3000 m.

Es wurde zu beweisen versucht, daß die Tiefsee erst ziemlich spät, nämlich nach der Mitte des Mesozoikums angelegt worden sei; denn die heutige Tiefseefauna habe im allgemeinen mesozoischen Charakter, es fehlten paläozoische Typen, obwohl solche heute noch in der Flachsee vorkämen. Dem kann man zunächst entgegenhalten, daß die paläozoischen Typen aus denselben bekannten und unbekannten Gründen vor den heute die Tiefsee bewohnenden jüngeren Typen aussterben mußten, wie das auch in den Flachmeeren, wenn auch etwas früher, der Fall war. Denn der Wiener Wirbeltierforscher Abel gelangte zu dem Resultat, daß z. B. die heutigen Tiefseefische ausnahmslos hochspezialisierte Vertreter stammesgeschichtlich sehr junger Familien sind. Und Soergel, der in einer erst jüngst erschienenen Schrift alle Gründe und Gesichtspunkte zur Beantwortung der Permanenzfrage würdigt, glaubt, daß mit dem im Laufe der Erdgeschichte allmählich zunehmenden Steilerwerden des Kontinentalrandes und dem damit zusammenhängenden Verschwinden halbtiefer Zwischenmeere zwischen epikontinentalen Flachmeeren und Ozeanen die beiderseitigen Faunen schärfer getrennt wurden und sich ausgesprochener differenzierten. Wenn dies seit Ende des Mesozoikums stattfand und eine Besiedelung aus den verschwindenden flacheren Zwischenmeeren nach der Tiefsee nicht mehr eintrat, so muß eben die Tiefsee heute im wesentlichen mesozoische Typen enthalten. Die Entwicklung wäre danach im epikontinentalen Flachwasser allein vor sich gegangen, die höheren Tiere allein hätten den Weg in die Tiefsee und die Anpassung an die doch ganz andersartigen dortigen Lebensbedingungen gefunden, wie man nach den mitgeteilten Untersuchungen Abels annehmen muß.

Also derartige biologische bzw. paläontologische Argumente sagen uns nichts Bestimmtes und nichts Entscheidendes, und vor allen Dingen bleiben auch sie uns die Antwort auf die Frage schuldig, wo denn das Wasser der Tiefseebecken vor dem Mesozoikum geblieben ist, wenn diese sich wirklich erst im Mesozoikum gebildet hätten. Und eben damit stünden wir wieder vor dem ganz unmöglich erscheinenden Ausweg, daß sich seitdem der Erdumfang gewaltig verkleinert, das Wasser gewaltig vermehrt habe.

Ein gegen den schrankenlosen Wechsel von Festland und Ozean schwer ins Gewicht fallendes Argument liegt in dem S. 80 besprochenen Dichteunterschied zwischen beiden Elementen der Erdkruste. Die Dichtegrenze fällt im großen und ganzen mit der Grenze von Festland und Ozean zusammen. Fände, sagt Willis, bei diesem Zustand eine Umsetzung von Kontinent in Tiefsee und umgekehrt statt, so würde dieser Prozeß wegen des isostatischen Schwerausgleichs solch enorme Materialumsetzungen im Erdkörper erfordern und solche Umwälzungen auf der Erdoberfläche herbeigeführt haben, daß sie in der Reihenfolge der Formationen bemerkbar sein müßten. Auch eine wesentliche Zunahme der ozeanischen Tiefe — also etwa die späte „Entstehung" der Tiefsee im Mesozoikum — könnte ohne gleichzeitige Erniedrigung der Kontinentalmassen bei den nun einmal primär gegebenen Höhenunterschieden gar nicht vor sich gehen, wenn beide aus demselben Material bestünden. Schon die Tatsache des Bestehens eines Dichteunterschiedes zwischen Kontinent und Ozeanboden heutigentages spricht gegen jeden wirklichen Austausch beider Krustenteile und damit gegen die üblichen paläogeographischen Kartenkonstruktionen.

Schließlich liegt ein unmittelbarer Beweis gleichen Sinnes im Fehlen echter Tiefseeablagerungen in der Serie der vorweltlichen Sedimente; nur jungtertiäre Tiefseeschlicke finden sich in Westindien, Polynesien und Malta, aber sie erklären sich im Verband mit anderen Sedimenten unschwer als Absätze auf besonders tief hinabreichenden Schelfarealen, die in jüngster geologischer Zeit wieder gehoben wurden. Das gleiche gilt für gewisse als Tiefseebildungen angesprochene alpine Gesteine; sie und andere werden ohnedies als solche bestritten.

Bei dieser Zweideutigkeit der Argumente für und gegen die Permanenz, ferner bei der Unmöglichkeit der Annahme einer starken Radiusverkürzung oder Wasserverminderung seit dem Paläozoikum bleibt nur ein Weg, die Widersprüche aufzuheben und das Permanenzproblem einer Lösung zuzuführen: die Theorie der horizontalen Kontinentalverschiebungen, die im Kapitel IV, 2 behandelt wird. Hier sei nur, ohne auf Gründe und Gegengründe im einzelnen einzugehen, kurz der allgemeine Gesichtspunkt festgestellt, wodurch der Gedanke eines erdgeschicht-

lichen Lagewechsels kontinentaler Krustenteile gerade vom Standpunkt des Permanenzproblems aus zu einer Forderung wurde, mag auch über den Verschiebungsmechanismus selbst und über das Ausmaß, sowie über die Frage, ob nicht auch Partien der Kontinente wechselnd versunken und gehoben sind, noch Unklarheit und weitestgehende Meinungsverschiedenheit bestehen. Wenn man nämlich den Gedanken zuläßt, daß infolge der eigenartigen Struktur- und Schwereverhältnisse der äußeren Erdschale und gemäß den Forderungen der Isostasie kein absoluter Austausch von Ozean- und Festlandboden stattgefunden haben kann und daß die Kontinentalschollen über und in der magmatischen Zone schwimmen, wie das auch die Erdbebenkunde aufs bestimmteste fordert, dann wären die von den Biogeographen geforderten ehemaligen Landzusammenhänge sehr einfach dahin erklärt, daß früher die jetzt weiter auseinanderliegenden Kontinentalstücke mehr oder minder unmittelbar zusammenhingen und dann unter verhältnismäßig geringfügigen Abbröckelungen auseinandergeschoben worden seien. Damit wären einerseits die großen Landbrücken bzw. Landzusammenhänge der Biogeographen zugestanden, ohne daß dieses Zugeständnis dann sofort an der anderen, sonst nicht zu umgehenden Frage scheiterte: wo denn das ozeanische Wasser seinen Platz während der Zeit des Bestehens jener Landbrücken gefunden habe. Man darf freilich die Idee von der Verschiebung kontinentaler Krustenteile nicht so ins Extrem treiben wollen, daß man etwa die atlantischen Ränder Europas, Afrikas und beider Amerika als scharfen Bruchrand oder Spaltenrand ansieht, ohne zuzugeben, daß bei dem Auseinanderschwimmen von Kontinentalschollen auch Teile absinken und unter den Meeresspiegel tauchen könnten, wie das im Atlantik und Pazifik doch fraglos der Fall ist.

Eine andere, ebenso radikale Lösung, die wieder in die alte, schon von dem Tiergeographen und Freund Darwins, Wallace, eingeschlagene Bahn sozusagen einmündet, wenn auch mit ganz anderen paläontologischen Daten belegt, bietet uns eine erst ganz neuerdings an Boden gewinnende Theorie. Sie kommt durch Zusammenstellung und Abwägen der für und gegen die Permanenz sprechenden Gründe zu einer entschiedenen Verneinung jeglichen ausgedehnteren Kontinentalzusammenhanges in früheren Erdzeitaltern, sei es nun, daß dieser in jetzt versunkenen breiten Land-

brücken oder in einem Aneinanderliegen jetzt auseinandergetretener Kontinentalflächen gesucht wird.

Vor allem lehnt ihr Hauptvertreter, Soergel, die Beweiskraft der Faunengleichheit, die man nach den bisherigen tiergeographischen Anschauungen für die Konstruktion transozeanischer Landzusammenhänge ins Feld geführt hatte, ab, ebenso wie die Verschiedenheit nördlicher und südlicher Marinfaunen keineswegs einem trennenden Landzusammenhang schlechthin zugeschrieben zu werden braucht. Gleiche Lebensbedingungen hüben und drüben, trennende oder verfrachtende Meeresströmungen tun das Ihre zur Herstellung faunistischer Gleichheit oder Verschiedenartigkeit, ohne daß man zu weitausholenden paläogeographischen Konstruktionen greifen müßte, gegen welche er sich alle die oben schon erwähnten Argumente zu eigen macht. Er kommt dementsprechend auch zu einer schroffen Ablehnung der Wegenerschen Kontinentalverschiebungstheorie, die natürlich eine ihrer wichtigsten geologischen Stützen verlieren würde, wenn das Permanenzproblem seine Lösung darin finden könnte, daß man die bisher üblichen, allerdings noch auf sehr schwachen Füßen stehenden Schlüsse der Tiergeographie (vgl. S. 23/24) als ungeeignet für weitgehende paläogeographische Konstruktionen ausschalten könnte. Der Gang der Forschung im kommenden Jahrzehnt und das tiefere Eindringen der Biologie und Vererbungslehre in die Artentstehungsprozesse dürfte hier entscheidende Aufklärung bringen. Es ist dies zugleich ein Hinweis auf den innigen Zusammenhang zwischen der Paläogeographie und anderen, scheinbar ganz entfernten Wissensgebieten.

# III. Die biogeographischen und klimatischen Verhältnisse der Vorwelt.

## 1. Die Methoden zur Erforschung des Vorweltklimas.

Wohl der sichtbarste Ausdruck für die klimatischen Zustände und Verschiedenheiten auf der jetztweltlichen Erdoberfläche ist der Charakter und die räumliche Verteilung des Tier- und Pflanzenlebens; beides regelt sich nach den Temperatur-, Feuchtigkeits- und Luftdruckverhältnissen. Die in der Trockenheit ausharrenden Pflanzen etwa sind Sukkulenten oder Trockengräser, in wasserer-

füllten Niederungen wächst Schilf, in der tropischen und subtropischen Natur gedeihen die Palmen; in den warmen Meeren dominieren üppige kalkschalentragende Muscheln und Schnecken, Korallen usw. Treffen wir daher immergrüne Pflanzenarten oder Palmen fossil in nordischen Tertiärablagerungen und dies dazu noch in Gegenden, wo heute die mittlere Jahrestemperatur ein Fortkommen des Pflanzenwuchses kaum oder nicht mehr gestattet, so schließt man daraus auf eine ehemals weit höhere Durchschnittstemperatur in jenen Gegenden. Was für die Tertiärpflanzen gilt, gilt in ganz ähnlicher Weise auch für die nordischen Korallenriffbildner des Paläozoikums. Zwar sind dies ganz andere Gattungen als die, welche heutzutage die Riffe der warmen Ozeangebiete aufbauen; aber aus bestimmten physiologischen Gründen sind starke organische Kalkausscheidungen stets an warmes Meerwasser gebunden, und daher lassen sich auch jene zur Silurzeit bis in die Polarzone hineinreichenden Korallentypen als Bewohner wärmerer Meere ansprechen.

Bei allen derartigen Schlüssen aus der Identität und dem Habitus der Tier- und Pflanzengattungen auf den Charakter des Vorweltklimas ist jedoch die Möglichkeit einer Änderung der Lebensweise und der Lebensbedürfnisse vieler Gattungen und Typen im Lauf der geologischen Geschichte im Auge zu behalten. Es wird am Schluß des folgenden Abschnittes auf solche Änderungen hingewiesen, bei denen sich z. B. der Habitus der Tierform in keiner Weise mitgeändert hat. Auch Pflanzen können möglicherweise, wie Eckardt erwägt, durch Aufnahme von Farbstoff ohne Änderung der rein morphologischen Körpermerkmale mehr Wärme durch Umsetzung des spärlichen Sonnenlichts erzeugen und so noch in einem wesentlich kühleren Klima gedeihen als etwa unmittelbare Vorläufer, welche diese Anpassung nicht besitzen. An fossilen Pflanzen ist etwas derartiges kaum nachzuweisen, ebensowenig wie etwa Färbung und dichteres Haarkleid bei Tiergattungen, die sich an kühlere Klimate angepaßt haben. So sind die tertiären und rezenten Elefanten und Rhinozeroten nach allem, was wir aus der Jetzt- und Vorzeit von ihrem Aufenthaltsort und ihrer Lebensweise wissen, Bewohner eines warmen bis tropischen Klimas. Aber ihre diluvialen Vertreter, das wollhaarige Mammut und Rhinozeros, lebten am Eise, und von ihrem Haarkleid, das ihnen

erst einen solchen Aufenthalt ermöglichte, wüßten wir nichts, wenn nicht ausnahmsweise ihre vollständigen Leichen im Boden Sibiriens seit der Eiszeit eingefroren lägen, um gelegentlich vor den Augen der Nachwelt ans Tageslicht zu kommen.

Nicht nur der Habitus, auch die Art der räumlichen Verteilung der Tiere und Pflanzen auf der vorweltlichen Erdoberfläche gibt uns ein Mittel an die Hand, biogeographische und damit vielfach auch klimatische Regionen und Gürtel oder weitgehende Temperaturausgleiche über die Erde hinweg zu verfolgen. Der nächste Abschnitt bringt für beides genug Beispiele bei.

Nächst den Tieren und Pflanzen sind die Verwitterungs- und Ablagerungsprodukte hervorragend vom Klima bestimmt. Man denke an die in milderem Klima aus der Kalkverwitterung hervorgehende Roterde, an den Laterit der Tropen, jenes braunrote Verwitterungsprodukt, in das alle zerfallenden und sich zersetzenden Gesteine dort übergeführt werden; oder an die charakteristische braune Kruste, mit der sich in der Wüste die Gesteine überziehen. Sei es, daß man solche, einem bestimmten Klimazustand zugehörigen Produkte an ihrer ursprünglichen Lagerstätte oder verfrachtet in marinen und fluviatilen Sedimenten findet, immer werden sie als Beweismittel für das Klima im allgemeinen oder für ganz spezielle Gegenden Verwendung finden können. Mächtige Gerölle in Konglomeraten, besonders wenn sie eine größere Flächenausdehnung haben, deuten auf starke Flüsse und damit auf Herkunft aus niederschlagsreicheren Gegenden. Die Geschiebemergel und Moränen schließlich berichten uns schon aus ältesten Zeiten, mit fast der gleichen Deutlichkeit, wie aus dem Diluvium, von Glazialzuständen auch in heute anders temperierten Ländern.

Zur Erkennung der Jahreszeiten hat in der Geologie immer die Suche nach „Jahresringbildungen" in Sedimenten, analog der Jahresringbildung an Bäumen, eine gewisse Rolle gespielt. So glaubte man sie in der regelmäßig wechselnden bandförmigen Ablagerungsart norddeutscher Salzlager zu finden, sicherer aber erwiesen sie sich in postglazialen fluviatil-limnischen Absätzen des nordischen rückschreitenden Diluvialeises nach den Untersuchungen des skandinavischen Glazialforschers de Geer.

Frostwirkungen an fossilen Blättern aus der miozänen Senftenberger Braunkohle konnte man nachweisen.

Es ist klar, daß die Meerestiere zunächst nicht mit der gleichen Deutlichkeit in ihrer Verbreitung vom Klima der Erdoberfläche beeinflußt sind, wie die Landtiere und Landpflanzen. Dennoch regelt sich trotz der die einfache zonare Verteilung unterbrechenden Meeresströmungen auch ihre Verbreitung mehr oder minder nach dem Klima der Oberfläche, zumal bei den Tierformen des Flachwassers, welche die Hauptmasse der uns fossil überlieferten bilden und daher für paläoklimatologische Schlüsse fast allein in Betracht kommen.

Ein vierter und letzter Weg, gewisse allgemeine Angaben über die klimatischen und meteorologischen Grundverhältnisse einzelner Zeitalter zu machen, wäre noch damit gegeben, daß man eine Land- und Meerverteilungskarte des betreffenden Zeitabschnittes auf ihre Bedeutung für die Luftdruckmaxima und -minima auswertete, die sich über den größeren Land- bzw. Meeresflächen regelmäßig bilden mußten. Einen solchen Versuch hat seinerzeit der Wiener Geologe Kerner von Marilaun für die Jurazeit auf Grund der alten Neumayrschen Juraerdkarte gemacht. War aber diese Karte aus dem Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts hinsichtlich der Land- und Meereskonstruktionen im Gebiet der jetzigen Festlandareale noch unzureichend, so erst recht für die transozeanischen Landverbindungen, über die wir selbst heute noch völlig im Ungewissen tappen (vgl. Kapitel II, Abschnitt 1) und womit jener Methode eben noch allzusehr der sichere Boden mangelt.

## 2. Biogeographische Provinzen und Zonen der Vorwelt.

Infolge der verhältnismäßig seltenen Erhaltung der Landformationen und vor allem der fossilen Tiere und Pflanzen in ihnen wird eine vorweltliche Biogeographie sich in erster Linie auf Meeresformen erstrecken müssen. Da die trockengelegten Kontinentalflächen im Tertiär in wesentlichen Zügen mit den jetzigen zusammenfallen, so verfügen wir auch erst für das känozoische Zeitalter über soviel entsprechende Landablagerungen mit genügend erhaltenen höheren Landtieren und -pflanzen, daß hier eine

auch auf die Landbewohner sich erstreckende biogeographische Darstellung möglich wird; für die voraufgehenden Zeitalter kann im wesentlichen nur von Marinprovinzen die Rede sein, auf die wir uns hier beschränken müssen.

Eine merkwürdige Konstanz zeigt durch viele Zeitalter hindurch, wenn auch zuweilen etwas verwischt, so doch immer wieder von neuem durchbrechend, die faunistische Einheitlichkeit der nordatlantischen Meeresregion gegenüber der pazifischen. Im einzelnen kann sich jede der beiden Hauptprovinzen allerdings oft wieder differenzieren. Im Kambrium erweist sich die östliche Region des atlantischen Küstengebietes Nordamerikas faunistisch und stratigraphisch geradezu identisch mit der nordwesteuropäischen Ausbildung, während China, Australien und die Rocky Mountains-Gegend unter sich nähere Faunenverwandtschaft zeigen. Skandinavien, Sibirien und Südfrankreich haben mehr atlantischen, Spanien mehr pazifischen Charakter. Es handelt sich hier vor allem um die Trilobitenkrebse, denn die übrigen kambrischen Faunenelemente — meist hornschalige Brachiopoden — sind uncharakteristisch. Im Mittelkambrium fehlt der atlantische Trilobit Paradoxides im zirkumpazifischen Gebiet, wofür hier Dicellocephalus eintritt. Nahezu weltweit verbreitet sind im späteren Kambrium die Archäocyathiden, halb schwamm-, halb korallenartige Riffbildner.

Auch im Obersilur ist dieser geschlossene atlantische Faunentypus deutlich, nachdem er im Untersilur etwas verwischt war, und hier auch das sonst pazifische Australien vorübergehend nordeuropäischen Einschlag zeigte. Allerdings entspricht auch im Untersilur die Marinfauna des nördlichen atlantischen Nordamerika in sehr vielen Punkten jener des nördlichen Europa, aber Neuyork und die Zentralstaaten bilden für sich eine deutlich abtrennbare Unterprovinz; ebenso unterscheiden sich die Trilobitenfaunen Großbritanniens, Skandinaviens und des Baltikums deutlich voneinander, ebenso wie die Böhmens von denen Nordeuropas. Eine ähnlich universelle Verbreitung wie die riffbildenden Archäocyathiden des kambrischen Zeitalters haben die tabulaten Korallen des Silur, und auch die feinen hydrozoenartigen Graptolithen sind als Vertreter einer gleichartigen stillen Tiefenfazies weltweit verbreitet. Am Schluß der Silurzeit ist dann auch in den

genannten unterschiedlichen Provinzen ein gewisser Ausgleich eingetreten.

Im Devon dagegen ist keine rechte Übereinstimmung zwischen den früher tiergeographisch einheitlich erschienenen marinen tiergeographischen Provinzen vorhanden. Denn die nordischen Meeresteile sind verdrängt durch ein mit Flußniederungen und zeitweise vom Meer überflutetes, dann bald wieder mit trockengelegten Ästuaren überzogenes Land, in dem sich ein roter, vielfach fluviatiler Sandstein (Old red Sandstone) mit tonigen Zwischenschichten ablagerte. Dieses Old red-Land trennt das europäische vom nordamerikanischen Meeresbecken, und infolge des Mangels einer direkten Meeresverbindung ist auch zwischen beiden Bezirken eine größere faunistische Verschiedenheit wahrzunehmen. Die Verbindung zwischen beiden ging über Nordafrika und Mittelamerika, weshalb man in Nordafrika eine Mischfauna aus beiden Gebieten findet. Das westeuropäische Meer hing über das ostalpine Gebiet mit der Bosporusregion zusammen, wie überhaupt ein aus Europa nach Zentralasien hinein sich erstreckendes Mittelmeer eine faunistische Einheitlichkeit herstellte, die sich bis nach Australien bemerkbar machte. Im Oberdevon ist überhaupt eine große Übereinstimmung der Marinfaunen über die Erde hinweg hergestellt, und nur die Clymenien (schalentragende Cephalopoden mit internem Sipho) machen eine bemerkenswerte Ausnahme, indem sie so gut wie ausschließlich auf Europa beschränkt bleiben. Die früher beliebte Unterscheidung zwischen einer rheinischen und einer herzynischen Meeresprovinz im Devon ist nicht haltbar, da die innerhalb Deutschlands auftretenden Faunenverschiedenheiten nur Faziesunterschiede der Meerestiefe sind und nicht die Bedeutung tiergeographischer oder klimatischer Differenzen des Faunenhabitus besitzen (vgl. die Ausführungen auf S. 70/71). Im einzelnen sind natürlich auch anderwärts allerlei Verschiedenheiten da.

Im Karbon herrscht am Anfang, vom Oberdevon übernommen, ein sehr kosmopolitischer mariner Faunencharakter. Wie schon im Devon, sind gewisse Brachiopoden (Spiriferen, Productus) weltweit verbreitet; weniger universell sind die Ammoniten. Die Uralregion vermittelt faunistisch zwischen dem zunächst fortbestehenden europäisch-zentralasiatischen Mittelmeer und einem nordostasiatischen Maringebiet. Im Perm finden wir auf Nord-

indien und China beschränkte eigentümliche Brachiopodenformen, Lyttonia, die festgewachsenen Scacchinellen und Richthofenien, welch letztere von da auch ins europäische Mittelmeer und nach Texas vordringen. Sie ähneln in Habitus und Lebensweise sehr den später zu erwähnenden Rudistenmuscheln der Kreide, und auch ihre Verbreitung entspricht in ihrer ostwestlichen, dem Äquator parallelen Erstreckung jenen sehr. Damit, kann man sagen, ist zum erstenmal die bis dahin anscheinend unregelmäßige Verteilung der Faunenprovinzen mit ihrer pazifischen und nordatlantischen Polarität durch eine deutlicher ostwestliche, dem Verlauf der heutigen Klima- und Faunen- und Florengürtel mehr entsprechende ersetzt, ja Haug will eine bereits im oberen Karbon angedeutete Gliederung in eine nordische (Rußland, Zentral- und Vorderasien, Nordamerika), eine äquatoriale und eine südliche (Saltrange, Australien, Neuseeland) unterschieden wissen. Wir sehen nämlich eine nordische Zechsteinfauna von der Arktis her nach Nordeuropa, Ostrußland und der atlantischen Seite Nordamerikas einwandern, während dagegen die Südalpen, Armenien, Himalaja, Nordwestindien und der malaische Archipel noch eine aus der karbonischen hervorgegangene Meeresfauna beherbergen (mediterraner Gürtel).

Im Karbon und Perm können wir uns auch zum erstenmal mit der Pflanzengeographie beschäftigen. Die prächtigen, in der ganzen Welt erhaltenen Steinkohlenfloren sind, soweit man bis jetzt annahm, von einer weitgehenden Einheitlichkeit ihres Habitus beherrscht; doch scheinen sich geographische Provinzen allmählich unterscheiden zu lassen. Es ist die alte paläozoische Kryptogamenflora, die hier ihre höchste Entfaltung erreicht hat und nun im Perm von der gymnospermen Glossopterisflora verdrängt wird. Diese herrscht vor allem in Australien, findet sich aber auch in Indien und Südafrika. Dort, in Transvaal, hat man eine Berührungsstelle mit der von ihr immer mehr verdrängten älteren Karbonflora entdeckt. Aus den genannten Ländern drang sie auch nach Südamerika vor, falls sie nicht überhaupt von einem antarktischen Kontinent gleichzeitig in die genannten Länder ausstrahlte. Die Landmassen der Südhemisphäre waren zur Permzeit von denen der Nordhemisphäre getrennt, so daß wohl eine passive Verfrachtung hinüber nach Rußland, wo wir jene Flora auch alsbald wahrnehmen, vermutet werden muß.

Im Mesozoikum ist vom Jura ab die dem Verlauf der heutigen Breitengrade mehr oder minder parallele faunistische Zonengliederung noch deutlicher ausgesprochen als im Perm; dazwischen in der Trias aber scheint sie sich noch einmal etwas zu verwischen, indem wir dort, abgesehen von der Binnenfazies des germanischen Muschelkalkmeeres, eine sehr einheitliche kosmopolitische Marinfauna antreffen. Gleichwohl machen sich einige Unterschiede in der Verteilung der Ammonitenfaunen geltend, die Haug veranlaßten, eine boreale und eine indopazifische Provinz zu unterscheiden. Beide stoßen in Nordamerika zusammen, wo sie zeitlich übereinandergelagert erscheinen, so daß die Typen entweder dort nacheinander entstanden oder eingewandert sind. Für die obere Trias hält er eine himalajische, mediterrane und arktopazifische Provinz auseinander. Es ist dies dieselbe, anscheinend den heutigen Zonen in nichts entsprechende Orientierung der Faunenreiche, wie im vorkarbonischen Paläozoikum, wo man von Faunenzonen, den heutigen parallel, nicht reden kann. Solche treten dagegen viel deutlicher im Jura hervor, wo ein großes boreales, ein ostwestlich die Erde umspannendes mitteleuropäisch-alpines und vielleicht ein südlich-boreales Reich erkennbar ist. Das boreale umfaßt vornehmlich Rußland und die arktische Zone mit vereinzelten Ausläufern nach Süden, charakterisiert durch die Muschelgattung Aucella, gewisse Ammoniten und Belemniten, sowie durch die Abwesenheit von Riffkorallen; die europäisch-alpine und die äquatoriale Provinz sind nach Uhlig wiederum durch gewisse Ammonitengruppen verschieden, die südlich-boreale zeigt starke Anklänge an die nördliche. Es ist klar, daß bei dem Fehlen ausgedehnter Landgebiete auf der Südhemisphäre jeweils die vorweltlichen südlichen Gürtel nicht mit der gleichen Bestimmtheit nachweisbar sein werden, wie die ehemaligen nördlichen, für die unserer Untersuchung ein entsprechend größeres Ablagerungsareal zugänglich ist.

Diener, dem wir die Erforschung mesozoischer und paläozoischer Marinfaunen Asiens verdanken, macht darauf aufmerksam, daß die Lage der Hauptprovinzen innerhalb der genannten mesozoischen Gürtel in ihren Hauptzügen eine merkwürdige Stetigkeit in jedem der drei Hauptzeitalter aufweise, und unterscheidet auch für die Trias eine boreale und äquatoriale Provinz, deren

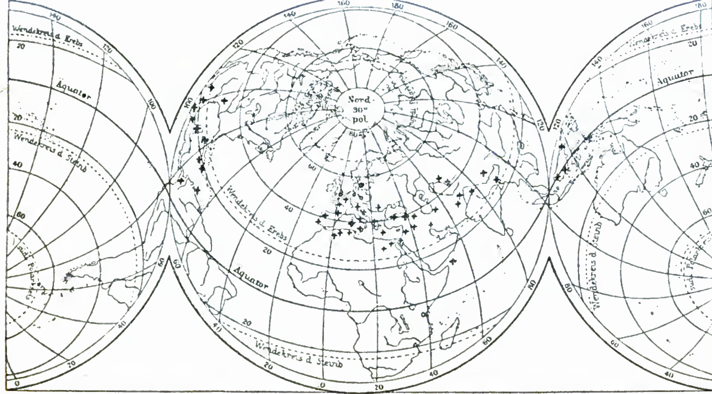



Fig. 9. Karte der Verbreitung der derbschaligen, festgewachsenen und Riffe bildenden Rudistenmuscheln der Kreidezeit, die Wärmezone der damaligen Meere bezeichnend. Die o bedeuten das Vorkommen kleiner verkrüppelter Formen in den kälteren Meereszonen, die + das Auftreten der normalen und üppigen Formen. (Aus Dacqué.)

Gegensatz nicht minder scharf sei als im Jura. Diese Ausprägung hält auch in der Kreide an, wo die den heutigen ziemlich parallelen Hauptgürtel faunistisch und wohl auch klimatisch deutlicher als je hervortreten (Fig. 9). Die boreale Zone hat noch zur Unterkreidezeit dieselben Charakterformen wie im Jura, oder wenigstens ganz nahe verwandte Abkömmlinge von solchen; es fehlen wieder die Riffkorallen und die ebenfalls an Wärme gebundenen großen einzelligen Kalkschaler (Orbitolinen); die Ammonitengattungen Phylloceras und Lytoceras sind mit den sog. Kreideceratiten, wie zur Jurazeit, Bewohner der südlicheren äquatorialen Zone, wo auch die derbschaligen festgewachsenen Rudistenmuscheln in einem breiten Gürtel um die Erde ziehen, während sie südlich und nördlich davon nur verkümmert und verkrüppelt oder gar nicht vorkommen.

In der Kreide erscheinen auch die ersten Gymnospermen, die Blütenpflanzen; zuerst in der Unterkreide in Nordamerika, dann, von hier aus die Welt erobernd, in der Oberkreide auch in der Alten Welt.

Bei der Feststellung von marinen Faunengürteln und -provinzen muß man stets tiergeographische Verschiedenheiten von Tiefenfazies unterscheiden. So fällt im Kambrium in der nordatlantischen Provinz eine sog. Protolenusfauna scheinbar ganz aus dem oben gekennzeichneten tiergeographischen Rahmen heraus, denn sie birgt wesentlich andere, den übrigen fremd gegenüberstehende Formen. In Wahrheit ist dies aber nur eine durch besondere Tiefe ihres ehemaligen Lebensortes bedingte Faunenmodifikation der nordatlantischen Provinz, kein eigenes tiergeographisches Gebiet; eigenartige Trilobiten mit großen Augenwülsten als Anpassung an die Dunkelheit und kleine Brachiopoden, die sich nicht in der gleichen Weise entwickeln konnten, wie ihre Stammesbrüder im hellen bewegteren Wasser, charakterisieren jene Fauna. Von der im Devon Europas früher unterschiedenen herzynischen und rheinischen „Provinz“ war oben schon die Rede; auch diese beiden beruhen auf Tiefenunterschieden; jene, die landfernere Kalkfazies; diese, die landnahe Küstenfazies, und darum beide mit verschiedenen Tierformen. So ist auch im Jura die ehemals von Neumayr als eigene Provinz von seiner „mitteleuropäischen“ abgetrennte alpine jetzt mit dieser zu einem Reich ver-

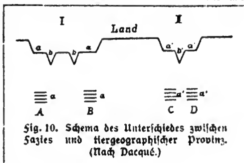


Fig. 10. Schema des Unterschiedes zwischen Fazies und tiergeographischer Provinz. (Nach Dacqué.)

einigt worden, weil beide gleichfalls nur verschiedene Tiefenzonen vorstellen. Man kann sich das durch beistehendes Schema (Fig. 10) veranschaulichen: Sind in zwei durch einen Landrücken getrennten Meeresgebieten bei gleichen Tiefe- und Wärmeverhältnissen die Faunen gleich (z. B. bb, aa), dann befinden wir uns im gleichen biogeographischen Reich; sind sie aber verschieden (bb', aa'), dann gehören beide zu verschiedenen faunengeographischen Reichen.

Was, wie erwähnt, für die Rudistenmuscheln der Kreide gilt, das gilt auch für die Nummuliten des Alttertiärs, jene Kalkschalen riesiger, gelegentlich bis talergroße Einzeller, die fast genau dem gleichen Verbreitungsgürtel folgen und deren Ausdehnung nach Süden an der ostafrikanischen Küste demnach den Verlauf einer warmen Meeresströmung verrät. Im Eocän und Oligocän haben wir wahrscheinlich einige größere klimatische Schwankungen, die sich auch in der Verteilung der Meerestierwelt bemerkbar machen. Im Miocän reichen noch subtropische Meerestiere bis nach Norddeutschland hinein, aber im Pliocän sehen wir die wärmeliebenden Formen nach dem Mittelmeer verdrängt, wo vor der hereinbrechenden Eiszeit sich sogar heute nordische Arten, wie Cyprina islandica, hineinretten.

Das gleiche Bild zeigen die Pflanzen. Abgesehen von einzelnen Schwankungen, ziehen sich die an Wärme gewöhnten Formen vom Eocän bis zum Pliocän mehr und mehr aus den nördlichen Ländern in die südlichen zurück und veranschaulichen so das Hereindringen des kühleren Klimas und die Herausarbeitung der jetztweltlichen Anordnung der Klimazonen. Im Mesozoikum lassen sich Pflanzengürtel bis jetzt nicht sicherstellen, doch scheinen von dem Paläobotaniker Gothan nachgewiesene Jahresringbildungen an nördlichen Jurahölzern — während solche den südlichen fehlen — die schon bei den Marintieren festgestellten, allerdings den heutigen nicht genau entsprechenden Gürtel wiedererkennen zu lassen. Deutlichere pflanzengeographische Unterschiede zeigt dann,

wie schon geschildert, das Perm, und es ist, wie gesagt, wahrscheinlich, daß auch die bisher für einheitlich gehaltene Karbonflora sich noch in speziellere Provinzen wird zerlegen lassen.

Von allgemeineren biogeographisch-klimatischen Gesichtspunkten sei noch auf die Polflucht der Riffkorallen seit dem paläozoischen Zeitalter hingewiesen. Die Silurkorallen bevölkern noch die Arktis, die mesozoischen Korallen noch ganz Europa, die tertiären noch das alpine Gebiet und die heutigen nur noch die wärmsten Teile des pazifischen und indischen Ozeans. Umgekehrt haben andere Formen sich aus der Wärme in die Kälte begeben: die Seelilie Pentacrinus und der Brachiopode Rhynchonella bevölkern zur Jurazeit noch die warmen Meere gemeinsam mit den Riffkorallen; heute dagegen lebt jene vorzugsweise in der etwa 0° kalten Tiefsee, jene in den ebenfalls kalten nordischen Gewässern. Weniger gut begründet ist die Ansicht einer holarktischen Entwicklung der Wirbeltiere, welche stets nach Süden gedrängt worden seien und daher alle im Norden ihre Entstehungszentren hätten. Dem widersprechen die überraschenden Entdeckungen von Stammformen tertiärer Säugetiere in Ägypten, wie sich überhaupt eine große Konstanz vieler und eigenartiger „Provinzen" mehr und mehr herausstellt, und ganz im Gegensatz zu der bisherigen Anschauung der Austausch und die Wanderungen immer fraglicher erscheinen.

## 3. Das Vorweltklima und die Ursachen seiner Schwankung.

Sucht man sich mit Hilfe der vorbezeichneten Methoden ungefähr ein Bild der klimatischen Zustände in den einzelnen Erdperioden zu machen, so bemerkt man alsbald, daß diese zwischen zwei Extremen schwankten: es wechselten Zeitalter mit offenbar ziemlich ausgeglichenem Klima und solche mit deutlichen regionalen und zonaren Gegensätzen, die sich bis zum Erscheinen von großen Eisbedeckungen steigern konnten. Allerdings ist es noch zweifelhaft, ob Eiszeiten eine extreme Steigerung der Zonenbildung an sich bedeuten, oder vielmehr eine erneute Abschwächung in der Richtung auf ein in anderem Sinne wieder ausgeglicheneres Klima sind, insofern nämlich zum Charakter der Eiszeiten zweifellos kühlere, niederschlagsreichere Sommer, aber auch mildere Winter gehören.

Und da zudem die diluviale Eiserscheinung des Nordens und der Hochgebirge samt Vorland begleitet war von einer Regenzeit in niederen Breiten, so muß sowohl die jährliche Temperaturschwankung wie der zonare Wärmeunterschied zur Zeit weitausgreifender Eisbedeckungen zwischen weniger großen Extremen sich bewegt haben, als etwa heutzutage, wo wir solche Unterschiede mit besonderer Schärfe entwickelt sehen.

Deutliche Zonenbildung, der heutigen analog, begegnet uns nach rückwärts wieder in der Kreide, während Trias und Jura ein wesentlich ausgeglicheneres, wenn auch keineswegs bis in die Polarzone durchaus warmes Klima besessen haben dürften. Letzteres gilt dagegen für die Karbon- und Silur-, besonders die Obersilurzeit, während sich Kambrium und Perm durch große Wärmegegensätze und ausgiebige Eisbedeckungen auszeichneten. Zwischen diesen beiden, im einzelnen wieder sehr abwechslungsreichen Extremen schwankte nun offenbar das Vorweltklima von Zeitalter zu Zeitalter mit mannigfachen Variationen hin und her, und dieser Wechsel macht, wenn man ihn als Kurve darstellt (Fig. 11), durchaus den Eindruck einer periodischen und gesetzmäßig verlaufenden Erscheinung.

Das Wesen dieser Erscheinung feststellen, hieße, ihre Ursachen ergründet zu haben. Da die beiden Extreme: das über die ganze Erde hin gemäßigte und weitgehend ausgeglichene Klima einerseits, die scharfe regionale und zonare Gliederung und Gegensätz-

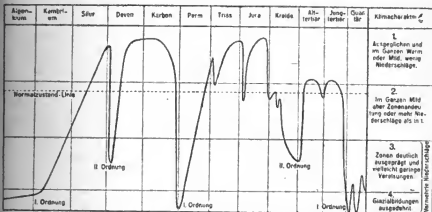



Fig. 11. Kurve des Klimawechsels im Lauf der Erdgeschichte. (Aus Dacqué.)

lichkeit andererseits die äußersten Amplitüdenpunkte der Welle sind, so läßt sich die Frage nach den Ursachen dieses Klimawechsels im Lauf der geologischen Vergangenheit konzentrieren auf die beiden Hauptfragen: wie kommt ein gleichmäßiges und wie ein extrem gegensätzliches, oder, wenn man will, ein Eiszeitklima zustande?

Zonenbildung ist offenbar das Primäre. Denn sie hängt unmittelbar ab von dem Umstand, daß die Erde als Kugel mit einer gegen ihre Bahn nicht übermäßig geneigten Achse um die Sonne kreist und deren Wärmestrahlen parallel empfängt, so daß diese auf die Polarzone tangential, auf die Äquatorialzone normal auftreffen und so zunächst primär verschiedene Wärmewirkung hervorrufen. Hätte nun die Erde kein Luft- und Wassermeer, so würden die hierdurch entstandenen zonaren Gegensätze, scharf voneinander abgehoben, weiterbestehen. So aber geraten Luft und Meer durch die verschiedenartige Erwärmung in Strömungsbewegungen (Wind- und Meeresströmungen), deren Folge ein in jede Zone mehr oder minder modifizierend eingreifender Temperaturausgleich ist. Weiterhin führt die ungleichmäßige Verteilung der Länder wieder spezielle Luftdruck-, Erwärmungs-, Abkühlungs- und Feuchtigkeitsverhältnisse herbei, und alle diese Faktoren zusammengenommen bedingen das zwar zonare, aber doch für weite Strecken der Erdoberfläche auch in der gleichen Zone sehr abweichende Klima. Änderungen in jenen Faktoren müssen auch unmittelbar Klimaänderungen nach sich ziehen.

Bekannt ist z. B. die Wirkung des Golfstromes, der so viel Wärme nach Norden bringt, daß die nördlichgemäßigte Zone noch in Gegenden bewohnbar und von Pflanzenwuchs besiedelt ist, wo in gleicher Lage die Südhemisphäre vereist ist. So hat man auch gemeint, daß durch entsprechend ungehindertes Vordringen von warmen Meeresströmungen nach Norden und entsprechend von kühlen nach dem Äquator das gleichmäßige Klima mancher Erdzeitalter, wie der Trias und des Jura, zu erklären sei. Vielleicht trifft dies auch für den Jura zu, weil damals mehrere nordsüdliche Meereskanäle (vgl. Karte auf Seite 47) durch ein zentrales Mittelmeer verbunden waren und so die vollkommenste Wasserzirkulation möglich war, die man sich denken kann. Frech, der sich eingehend mit der vorweltlichen Klimafrage befaßt hat, meint, daß auch eine einfache Vermehrung der Sonnenwärme,

durch welche die Polarzonen ein gemäßigtes Klima bekämen, ein ausgeglichenes Klima über die ganze Erde hin bedingen würde. Denn es würde dann keineswegs die heiße Zone in entsprechendem Maße heißer werden, sondern durch die dort gesteigerte Hitze würden eine intensivere Verdampfung und damit stärkere Wolkenbildung und Niederschläge bewirkt werden, wodurch umgekehrt die primäre Erwärmung dauernd herabgedrückt werden müßte. Es würde also bei Vermehrung der Sonnenbestrahlungswärme schließlich ein Gleichgewichtszustand im Sinne eines im Norden gleichmäßigen, sonst großenteils feuchtwarmen, subtropischen oder tropischen Klimas eintreten. Wenn wir die Faunen der Jurazeit daraufhin betrachten, wo wir tropische Reptilien und Korallenriffe in unseren Breiten ebenso antreffen, wie in der Äquatorialzone selbst, so hat auch diese Erklärung viel für sich; und vielleicht liegt die richtige Lösung des Problems in einer Kombination dieser und jener zuerst angeführten Hypothese. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit für das ausgeglichene Klima wird weiter unten mitgeteilt.

Wenn auch die Zonenbildung, wie gesagt, aus allgemein astronomisch-astrophysikalischen Gründen das primäre Klimaphänomen ist, so erklärt sich aus jenen doch noch nicht das in der Erdgeschichte wiederholt aufgetretene Eiszeitphänomen; wir finden es im Algonkium, Kambrium, Perm und Diluvium. Es müssen hierfür besondere Bedingungen vorgelegen haben, und die nächstliegende Annahme wäre danach etwa die, daß die Sonnenwärme sich gegen die Jetztzeit und erst recht gegen die Jurazeit wesentlich vermindert hatte. Nun wissen wir aber, daß die Kälte an und für sich keine Glazialbildungen erzeugt, sondern daß diese vielmehr nur entstehen bei genügend ausgiebigen Niederschlägen, welche viel eher auftreten bei einem im ganzen kühleren, aber nicht extrem kalten Klima und bei entsprechendem Herabsinken der Schneegrenze oder, was vielfach dasselbe ist, bei Hinaufragen ausgedehnter Teile der Erdoberfläche in die ewige Schneeregion.

In diesem Zusammenhang kann es nicht mehr als ein Zufall angesehen werden, daß die Eiszeiten gerade dann auftreten, wenn in der Erdgeschichte umfassende Gebirgsbildung stattgefunden hatte, die Länder der Erde also ein lebhaftes Relief besaßen, von dem ausgedehnte Teile in größere Höhe hinaufreichten. Vergleicht

man die beigegebene Gebirgsbildungskurve (Figur 12) mit der auf Seite 73 gegebenen vorweltlichen Klimakurve, so drängt sich der Zusammenhang beider Erscheinungen auf, und zwar in dem Sinn, daß die Gebirgsbildung eine gewisse Zeit vorausgeht, bis die Glazialbildung in ihrer ganzen Größe entwickelt ist, wie das ja nur selbstverständlich und natürlich ist. Umgekehrt kann nicht die Existenz der hohen Gebirge schlechthin die Eiszeitursache sein; denn wir haben heute sehr viele Hochgebirge und ein lebhaft gegliedertes Landrelief, und trotzdem ist das diluviale Eisphänomen zurückgegangen. Es kann also das Vorhandensein von Gebirgen nur eine Bedingung, nicht die tiefliegende Ursache einer Eiszeit sein.

Über diese Ursache hat man noch keine Klarheit gewonnen. Croll lehrte, daß der 21000jährige Wechsel in der Stellung der Erdachse, die allmählich einen Doppelkegel beschreibt und abwechselnd den Winter und Sommer beider Halbkugeln ins Perihel und Aphel fallen läßt, zu einer alternierenden Anhäufung und Wiederabschmelzung der Eismassen an den Polen führen müsse. Dazu käme nach Adhémar, daß eine polare Eisanhäufung auch den Erdschwerpunkt verlegen müßte, wodurch das Wasser nach der belasteten Halbkugel gravitierte, dort die Feuchtigkeit, die Niederschläge und die Abkühlung vermehrte und so zu einer weiteren Steigerung der Eisansammlung führte. Penck baute diese Theorie weiter aus in der Richtung der auch von Croll schon erwogenen Verlegung des Kalmengürtels, wobei die Passate von der eistra-

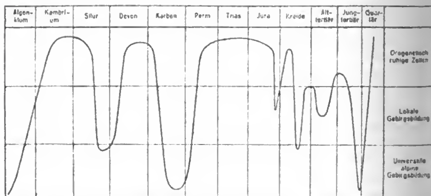



Fig. 12. Kurve der Gebirgsbildung in den Zeitaltern der Erdgeschichte. (Aus Dacqué.)

genden Halbkugel nach dem Äquator wehen und dort weitere Abkühlung hervorrufen, bzw. der Eishalbkugel noch mehr Wärme entziehen.

Gegen diese Gruppe von Eiszeiterklärungen, die hier natürlich nur in groben Strichen vorgetragen werden können, wird immer wieder ziemlich gedankenlos der Einwand erhoben, daß nach ihnen die Glazialerscheinungen abwechselnd auf der einen und auf der anderen Hemisphäre auftreten müßten, was bei der diluvialen Eiszeit doch ganz offenkundig nicht der Fall sei; außerdem müßte viel häufiger in der Erdgeschichte eine Eiszeit zu bemerken sein. Wir können, wie gesagt, hier nicht eingehen auf alle die Modifikationen und Erweiterungen, die man dieser Theorie gegeben hat (Blytt) oder geben kann, um diesem Einwand leicht zu entgehen; es handelt sich in der Wissenschaft auch nicht um die Rettung von Theorien, sondern um die Erkenntnis der realen Zusammenhänge. Es sei also nur auf das eine aufmerksam gemacht, daß sehr wohl eine Vereisung beider Hemisphären eintreten kann, auch wenn die Grundursache nur eine einseitige Eisansammlung bewirkt hat. Denn ist erst einmal eine Eisansammlung irgendwo vorhanden, dann wirkt sie abkühlend auf ihre Umgebung ein, zieht neue Niederschläge an, vergrößert sich und beeinflußt ihr eigenes Wachstum im positiven Sinn. Nun kommt dazu, was oben schon erwähnt wurde, daß das Vorhandensein von Gebirgen in solchen Fällen auch die Bildung und Vergrößerung von Gletschern befördert, und genau so kann auch der entgegengesetzte Pol sekundär vereisen, besonders wenn er derartig bedeutende Hochländer trägt, wie heute und zur Diluvialzeit der Südpol. Die „Gleichzeitigkeit" der diluvialen Eisbedeckungen kann somit trotz des Augenscheins genetisch von einer einseitigen Vereisung ausgegangen und somit kein zwingender Gegenbeweis gegen die Crollsche Theorie sein.

Es macht vielmehr den Eindruck, als ob ganz verschiedene Bedingungen erfüllt sein müßten, und zwar durchaus nicht jedesmal dieselben in gleicher Kombination, damit eine Eiszeit zustande kommt. Bald mag es ein Wechsel in der Sonnenbestrahlung, bald eine astronomische Konstellation, bald eine Änderung im wärmeabsorbierenden Kohlensäuregehalt der Luft sein, welche im Verein mit terrestrischen Verhältnissen — wie eigenartige Verteilung von

Wasser und Land, Ablenkung von Meeresströmungen — lokale und regionale Eisansammlungen begünstigt. Aber jedesmal muß eine Voraussetzung erfüllt sein, damit durch einzelne oder das Zusammentreffen mehrerer dieser Faktoren eine umfassende Eisbedeckung eintritt: die Erdoberfläche muß Gebirge und Hochgebirge tragen, durch welche ausgedehnte Teile auch der gemäßigten und womöglich warmen Zone in die Schneegrenze gerückt, eine sommerliche Abkühlung herbeigeführt wird und viele Niederschläge in Form von Schnee fallen. Man versteht denn auch, warum z. B. die permische Eisbedeckung nur einseitig war und braucht sich darum über das Fehlen antipodischer Eismassen damals nicht zu wundern.

# IV. Kontinental- und Polverschiebungen.

## 1. Die Struktur der Kruste und das Erdinnere.

Über das Erdinnere und seinen Bau hat man sich nur ein sehr hypothetisches Bild zu machen gewußt, solange man nur mit der Druckzunahme im Innern und der bekannten geothermischen Wärmemehrung nach unten extrapolierend argumentierte. Man nahm etwa wie Günther an, daß das Erdinnere mit Annäherung an den Mittelpunkt hin immer erhitzter, damit flüssiger und schließlich gasförmig werde, bis im innersten Kern eine Zone überkritischen Gaszustandes folge, die in der Zentralzone einer homogen einatomigen Kontinuitätsgaszone weiche. Wenn man früher geneigt war, die feste Kruste als sehr dünn anzusehen, dem Innern aber außerordentlich hohe Hitzegrade zuzuschreiben, so ist man jetzt von dieser Auffassung zurückgekommen: Die Hauptmasse, nimmt man aus verschiedenen Gründen an, habe eine einheitliche Temperatur von etwa 3000°, wenn nicht weniger.

Am weitesten in dieser Richtung ist der Vulkanologe Stübel gegangen. In der frühesten archäischen Zeit wurde — nach dessen vielfach zustimmend aufgenommener Theorie — die erste Erstarrungskruste so oft von vulkanischen Ausbrüchen überschwemmt, daß sich schließlich eine dicke „Panzerdecke" gebildet habe, die in sich eingeschlossen zwar noch periphere Vulkanherde berge, die sich teilweise erschöpften; aber im übrigen sei die Kruste erkaltet und umschließe nur im Erdinnern einen glutflüssigen Kern, ohne jegliche Möglichkeit einer Reaktion gegen die Außenwelt. Die

rasche Erschöpfung mancher vulkanischer Gebiete, die großen Stoffunterschiede in den Auswurfsmassen benachbarter Vulkane oder Vulkangebiete, die Unabhängigkeit selbst nächstliegender Vulkane hinsichtlich Ruhe und Tätigkeit und schließlich die überraschend geringe Zunahme der geothermischen Stufe in manchen vulkanischen Gegenden — das sind nach Kaysers Zusammenstellung die Gründe, welche dieser Theorie vom Bau des Erdinnern so viele Anhänger gebracht haben. Sie ist nicht von Einwänden frei geblieben, aber es war eine gesunde Idee, das stets etwas nebelhafte „glühende Erdinnere" auf diese Weise eliminiert, den Vulkanismus auf die Außenzone verwiesen und so mit der Kontraktionstheorie aufgeräumt zu haben.

Unterdessen hatte aber eine exaktere Vorstellung vom Bau des Erdinnern Platz gegriffen. Man konnte durch die Berechnung des spezifischen Gewichtes der Erde (5,6) und des der Kruste (ca. 2,8) unmittelbar zeigen, daß die Hauptmasse des Erdkörpers aus Stoffen von dem spezifischen Gewicht über 7, also aus Eisen und Nickel bestehen muß. Die Frage war nun, wie die Grenze zwischen den beiden Stoffzonen beschaffen sei. Wiechert lehrte, es müsse ein ziemlich plötzlicher Übergang vom einen in das andere stattfinden, weil die Differenz von 3 nach 7 doch sehr bedeutend sei. Danach hätten wir in der Hauptsache einen Nickeleisenkern und darüber den Krustengesteinsmantel. Beide aber müßten noch durch eine magmatische Zone geschieden sein. Denn nach dem Gesetz der Isostasie (vgl. Kapitel IV, 1) gleichen sich die Gewichtsunterschiede auf der Erde aus, und dieser Ausgleich sei nur denkbar, wenn die Schollen der festen äußeren Erdrinde auf einer oder z. T. sogar in eine plastisch-magmatische Zone eingetaucht schwimmen, so daß sich die etwa durch Massenumlagerung gestörten Gleichgewichtsverhältnisse in der Kruste durch Auf- und Absteigen der Schollen kompensieren könnten.

Diese Lehre fand alsbald ihre Bestätigung durch die Entwicklung der Erdbebenkunde. Die Analyse der immer zahlreicher registrierten und in dem Charakter der Erschütterungen immer besser erkannten Seismogramme ergab, daß bei etwa 1450 km Tiefe der Nickeleisenkern als solcher durch Anreicherung der oberen Zone mit Metall vollkommen vorhanden ist, und daß unmittelbar unter der festen Kruste eine diese unterlagernde und tragende magma-

tische Zone vorhanden sein muß, von ihr durch eine Unstetigkeitsfläche getrennt. Nur unter diesen Voraussetzungen lassen sich die verschiedenen Wellenarten und ihre Fortpflanzung durch und über die Erde erklären.

Wenn die Erdkruste ebenso wie das Erdinnere aus einem zwar in konzentrischen Schalen verschiedenartigen, aber in der Horizontalerstreckung gleichartigen Material bestünde, dann müßte ein Gegenstand, vom Festland über die ozeanischen Tiefen gebracht, hier weniger wiegen als dort. Denn die Gesteinsmasse zwischen Erdoberfläche und Erdmittelpunkt ist infolge der Einsenkung in den Ozeanen quantitativ geringer. Trotzdem zeigt sich ein erfahrungsgemäß immer wieder festgestellter Gewichtsausgleich; derselbe Gegenstand wiegt überall gleichviel, dies auch über den Gebirgen, obwohl dort eine noch größere Materieanhäufung statthat. Die Schwere ist also überall isostatisch kompensiert, und diese Erscheinung, sowie die Tatsache, daß die Erde bei Störungen immer wieder die dem Rotationsellipsoid entsprechenden Gewichtsverhältnisse herzustellen trachtet, bezeichnet man, wie schon Seite 53 erwähnt, als das Gesetz der Isostasie.

Wenn diese Gesetzmäßigkeit auch im einzelnen auf dem Lande und im Meere gelegentlich Ausnahmen erleidet, worüber noch einiges zu sagen ist, so fällt der Schwereausgleich doch im ganzen mit den wirklichen Ozean- und Festlandsgrenzen zusammen. Hiermit ist eine Tatsache aufgedeckt, die für die Paläogeographie eine außerordentliche Bedeutung hat.

Da die Ursache für diesen Schwereausgleich nun offenbar nicht in der Quantität des Materials liegt, so muß sie in dessen qualitativer Beschaffenheit gesucht werden, und das drängt zu der unausweichlichen Folgerung, daß die Kontinentalmassen aus einem weniger dichten, spezifisch leichteren Material bestehen als die Ozeanböden. Die Kontinente bestehen vermutlich zum allergrößten Teil aus Gneis und gneisartigem Gestein mit den Hauptkomponenten Silicium und Aluminium (Kieselsäure und Tonerde), die Ozeankruste aus dem schwereren vulkanischen Tiefengestein mit den Hauptkomponenten Silicium und Magnesia, woraus E. Sueß die Bezeichnungen Sal (Si-Al) und Sima (Si-Ma) geprägt hat. Der Nickeleisenkern (Ni-Fe) heißt Nife. Nach den Schwereberechnungen der Geodäten folgt, daß die Kompensierung durch Mate-

rialunterschiede in einer Tiefe von ca. 120 km (isostatisches Ausgleichsniveau) ihr Ende erreicht und daß dort einheitliches Material vorhanden ist.

Reicht somit das salische Kontinentalgestein unter das Niveau des ozeanischen Bodens hinunter, so kommt man mit Dutton, Wegener u. a. zu der auf beifolgendem Schema, Figur 13, dargestellten Anordnung der ozeanischen und kontinentalen Krustenteile, also im wesentlichen zu demselben Resultat wie die Seismologie: die Kontinentalschollen schwimmen sozusagen in dem simischen Material.

Unterstützt wird diese Anschauung durch folgende weitere Tatsachen. Nähert man sich, vom Lande kommend, dem Rand des Ozeans, so findet man an der Küste eine Zunahme, dann über den Schelfrändern eine Unterkompensation der Schwere. Nach Wegener „kommt diese Schwerestörung dadurch zustande, daß eine vertikale Grenzfläche zwischen leichtem und schwerem Material nicht einer isostatischen Massenlagerung entspricht, sondern lediglich durch die Molekularkräfte der Kontinentalscholle erhalten bleiben kann". Ein weiteres Argument bringt uns die Betrachtung der hypsographischen Kurve (Figur 14). Es entfallen nach Wegener 60 % der Erdoberfläche auf die Höhenlage 0—1 km und auf die Tiefe 4—5 km. Das sog. mittlere Krustenniveau

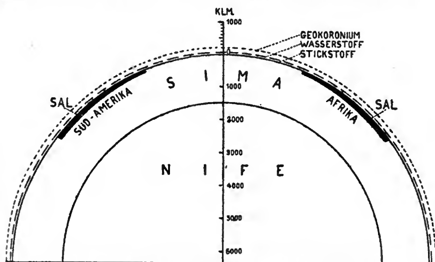



Fig. 13. Schematischer Durchschnitt durch den Erdkörper. (Nach Wegener.)

liegt aber bei 2400 m. Wäre die Erdoberfläche, also Kontinental- und Ozeanboden, eine Einheit, wie es etwa die Kontraktionstheorie verlangt, so müßte die Hauptausdehnung der Erdoberfläche diesem mittleren Krustenniveau angehören, und nach oben und unten müßten sich die Höhen bzw. Tiefen mehr oder minder symmetrisch darum gruppieren. So aber treten auf ihr **zwei** Hauptniveaus hervor, eine mittlere Landhöhe und eine mittlere Meerestiefe, als ob beide unabhängig voneinander wären. Dagegen macht Soergel geltend, daß dieselbe Erscheinung eintreten müsse, wenn die Krustenkonfiguration durch Faltung und Brüche zustande gekommen wäre.

Dazu kommt ferner, daß auch die Oberflächenkonfiguration des Landes und des Ozeanbodens sehr verschieden ist. Dieser zeichnet sich gegenüber jenem durch große Ausgeglichenheit seines Reliefs aus, Hochgebirge und Schluchten kennt man da nicht. Gewiß gibt es z. B. mitten im Atlantischen Ozean auf 35°—45° n. Br. Inseln, die unmittelbar aus einer Tiefe von 100—2000 m aufragen; aber solche Erscheinungen sind, abgesehen von den Korallenriffbauten des Stillen oder des Indischen Ozeans, vulkanischer Natur, und wo sie beides nicht sind, muß man sie ansprechen als stehengebliebene Festlandsreste, wie vor allem die Hauptmasse der polynesischen Inseln. Nicht etwa, weil die Erosion auf dem Meeresboden fehlte, sondern weil der Ozean-

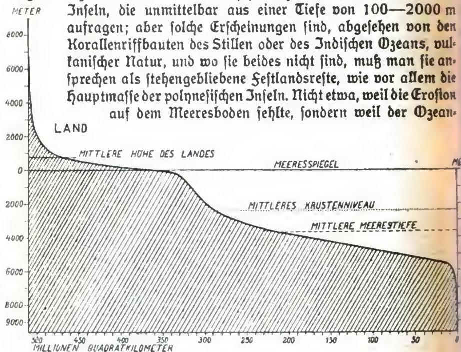



Fig. 14. Schematische Darstellung der relativen Höhen- und Tiefenverhältnisse der Erdoberfläche mit entsprechender Horizontalausdehnung. (Nach Penck aus Krümmel.)

boden aus dem schwereren Tiefenmaterial besteht, müssen ihm die stärkeren Höhenunterschiede mangeln. Jeder Zusammenschub der Kruste müßte sich sofort durch ein Ausweichen nach abwärts ausgleichen, denn wir wissen, daß alle Auftürmungen von Krustenteilen stets vor sich gehen unter Wahrung des isostatischen Gleichgewichts. Darum, meint Wegener, wird durch das Fehlen von Faltengebirgen auf dem Tiefseeboden zugleich erwiesen, daß er aus den magmatischen, schwereren Tiefengesteinen besteht. Wäre nämlich das Material der oben erwähnten beiden Krustenniveaus gleich, so müßte nicht das Land, sondern der Tiefseeboden die größeren Unebenheiten zeigen, weil ja unter Wasser die Gesteine $^1/_3$ ihres Gewichtes verlieren, während zugleich der Zusammenhalt der Molekularkräfte derselbe bleibt. „Wenn also der Meeresboden besonders eben ist, so zeigt er damit eine größere Plastizität als die Kontinentaltafeln."

Man kann sich diesen Unterschied zwischen Festland- und Ozeanareal, wie ihn neuerdings Wegener, einen alten Gedanken aufnehmend, fixiert hat, meines Erachtens gar nicht scharf genug einprägen; denn hier liegt, wie schon Seite 59/60 gezeigt wurde, vielleicht der Schlüssel zu einem der wichtigsten und umstrittensten paläogeographischen Probleme, nämlich der Ausdehnung und Lage früherer Kontinente und Ozeane, der Verschiebung der Kontinentalmassen und endlich auch der Polverlegungen.

## 2. Polverlegung und Horizontalverschiebung von Krustenteilen.

Eine der in ihrer Lösung noch dunkelsten Fragen der Paläogeographie ist die nach den Änderungen der Lage der Pole im Laufe der Erdgeschichte. Der Hauptgrund, weshalb sich die Geologen und Astronomen hierüber noch nicht verständigen konnten, liegt wohl darin, daß man sich noch nicht klarzumachen wußte, daß es relative und absolute Polverschiebungen geben kann und daß für die Geologie wohl nur die ersteren in Betracht kommen.

Unter absoluten Polverlegungen sind zunächst theoretisch solche zu verstehen, bei denen die Erdachse, d. h. der Erdkörper, als Ganzes einheitlich eine andere Stellung zu seiner Bahn bzw. Bewegungsrichtung um die Sonne annehmen würde; relative Pol-

verlegungen jedoch bestünden darin, daß sich die in das simische Magma eintauchenden salischen Kontinentalblöcke zusammen oder einzeln, gleich- oder ungleichmäßig verschieben und so ihre relative Lage zu den Erdpolen änderten, ohne daß diese und damit der Erdkörper als Ganzes eine Lageänderung durchmachen müßten. Denn während für die Astronomen das letztere ziemlich unannehmbar erscheint, weil dazu eine von außen kommende mechanische Beeinflussung ungeheurer Art gehörte, die bisher nicht nachweisbar ist, ist gegen jene relative Verschiebung von Oberflächenteilen an und für sich nichts einzuwenden, wenn wir auch über die etwas derartiges bewirkenden Kräfte zur Zeit noch nichts Bestimmteres wissen.

Eine Menge Tatsachen zwingt uns zur Annahme von Polverschiebungen im Lauf der erdgeschichtlichen Zeit. Die immergrünen Pflanzen und die Kohlenlager tertiären Alters im hohen Norden lassen es ausgeschlossen erscheinen, daß damals die arktischen Inseln (Nowaja Semlja, König-Karls-Land, Grönland usw.) derart nahe beim Drehungspol lagen wie heutzutage. Selbst wenn durch irgendwelche Klimaverschiebungen ein wesentlich günstigeres Jahresmittel damals dort vorhanden gewesen wäre, müßte immer noch die unvermeidliche Polarnacht ein absolutes Hindernis für das Gedeihen eines so üppigen Pflanzenwuchses gewesen sein, wie ihn uns nicht nur die fossilen Formen selbst, sondern auch die Kohlenanreicherungen als solche verraten. Ganz dasselbe gilt von der Jurazeit, wo wir normale marine Faunen in den gleichen höchsten Breiten treffen, ebenso Pflanzen, die nach den Forschungen des Berliner Paläobotanikers Gothan zwar Jahresringe besitzen im Gegensatz zu südlichen Vorkommen, aber keineswegs auf Kälte schließen lassen. Auch die auffallende Tatsache, daß das diluviale Inlandeis in Nordamerika am weitesten nach Süden reichte — entsprechend der Breite von Mittelitalien —, in Europa weniger weit, jedoch noch wesentlich südlicher als in Nordasien, das fast frei davon blieb, legt die Annahme einer Polverschiebung in diesen Zeiten zwingend nahe.

Koken hat, wie schon in anderem Zusammenhang auf S. 12 erwähnt wurde, unter der Annahme, daß die Permvereisung auf der Südhemisphäre sich um die damalige Polarzone gruppierte, den Gegenpol zu bestimmen versucht und gefunden, daß sich kein

Ort bestimmen läßt, an dem der Gegenpol gelegen haben könnte, denn nirgends zeigen sich in den antipodisch dazu liegenden Gegenden entsprechende Verhältnisse. Nimmt man selbst an, daß jene in Australien, Indien, Südafrika und Südamerika nachgewiesenen permischen Eismassen von hohen Gebirgen stammten und sich weit in ein Vorland hinausschoben, so bleibt doch bei ihrer scheinbaren ungeheueren Flächenausdehnung unbedingt die Forderung bestehen, daß man in Europa oder sonstwo auf der nördlichen Halbkugel entsprechende gleichzeitige, wenn auch sekundär veranlaßte Eisspuren antreffen müßte.

Nun haben wir schon im Kapitel II im Abschnitt über die Permanenzfrage gesehen, daß sich deren Widersprüche vorerst nicht anders lösen lassen, als durch die Annahme eines ehemals engeren Aneinanderliegens später und heute getrennter Kontinentalgebiete. Hier, bei der Pollagerungsfrage, drängt sich uns nun dieselbe Lösung auf: die südhemisphärischen Landflächen Australien, Indien, Südafrika und Südamerika müßten erst nach der Permzeit auseinandergetreten sein, womit die scheinbar sich über diese Gebiete mit Einschluß des hypothetischen afrikanisch-indisch-australischen Gondwanalandes zur Permzeit ausdehnenden Eismassen in Wirklichkeit außerordentlich zusammenschrumpfen, ebenso der Raum für die Lage des antipodischen Eispunktes ebenfalls recht zusammenschwindet.

Ferner ergibt sich, daß diese Länder eine wesentlich andere Orientierung gegen den Drehungspol des Erdkörpers hatten.

So kommen wir von mehreren Seiten aus zu derselben Forderung, daß die Kontinentalmassen im Lauf der Erdgeschichte gewandert sein müssen. Damit löst sich eine Menge erdgeschichtlicher Fragen, die sonst unerklärbar wären, und zugleich gerät diese Erklärung der Polverlegung, die demnach nur eine scheinbare, eine relative ist, nicht mit den wohlbegründeten Anschauungen der Astronomen in Widerspruch, die von einer Verlagerung der Rotationsachse selbst nichts wissen wollen. Die Kontinentalschollen nahmen somit wahrscheinlich zu verschiedenen Zeiten eine wechselnde Lage zu den Polen ein, und so erklärt sich auch das Vorkommen von wärmeliebenden Pflanzen in Gebieten, wo sie heute auch bei höherer Temperatur wegen der Polarnacht nicht gedeihen könnten.

Es erübrigt noch, einiges über den Mechanismus dieser Kontinental- und Polverschiebungen zu sagen.

Dadurch, daß die salischen Massen entsprechend den im Abschn. I S. 81 gemachten Darlegungen in dem Magma analog den Eisbergen im Meerwasser schwimmen, ist auch eine Horizontalverschiebung möglich, wenn eine Kraft nachgewiesen werden kann, welche nicht plötzlich und stoßweise, sondern stetig und permanent einen Tangentialdruck hervorruft. Denn man hat sich vorzustellen, daß das Magma von zäher, pechartiger Konsistenz ist, einem plötzlichen Druck nicht, einem leichten und stetigen Druck dagegen vollkommen ausweicht. Wenn nun etwa durch Faltengebirgsbildung, die nach unserer Anschauung aus dem Innern der salischen Tafelklötze entspringt, Erhöhungen dieser Schollen entstehen, so muß ihnen eine größere Umdrehungsgeschwindigkeit erteilt werden, als ihnen früher in der tieferen Lage zukam. Wenn z. B. längs der westamerikanischen Küste ein hohes Faltengebirge emporstieg, die Anden, so mußte diesen höher gewordenen Teilen der salischen Kruste eine größere Beschleunigung durch die Drehung der Erde nach Osten erteilt werden. Bis dies geschehen war, leisteten sie dieser Beschleunigungserteilung Widerstand, was sich als westwärts gerichteter Druck gegen das Sima des pazifischen Ozeans geltend machte. Dem leichten, aber ständigen Druck wich das zähe Sima aus und die amerikanische Kontinentalscholle glitt langsam westwärts. Aber das kann nicht jede Verschiebung erklären. Vielleicht tragen die absoluten Polschwankungen, die im Laufe der Erdgeschichte aus rein tellurischen Ursachen leicht auch größere Ausschläge als die bekannten jährlichen zeigen könnten, selbst wieder dazu bei, die salische Erdhaut zu verschieben, wenn sie aus isostatischen Gründen gezwungen ist, sich der neuen Ellipsoidform anzupassen. So könnten, wenn sich derartige Wirkungen im Lauf der Zeit in einer Richtung summieren, auch kleine absolute Polschwankungen schließlich zur Ursache großer relativer Polverlagerungen werden. Wegener denkt noch, ohne sich jedoch auf die eine oder andere Erklärung jetzt schon festzulegen, an die Möglichkeit, daß ebenso wie Flutbewegungen, auch Meeresströmungen anhaltend in gleicher Richtung einen Druck auf die salischen Schollen ausübten und damit — man erinnere sich an den vorhin ausgeführten Vergleich mit der pechartigen Masse — langsam

verschiebend wirken. Von anderer Seite wird aus geographischen und erdmagnetischen Gründen angenommen, daß der metallische Kern der Erde sich allmählich zu einem Pyramidenoktaëder exzentrisch zum Massenmittelpunkt der Erde umgebildet habe und zwar zu einer Zeit, in welcher schon organisches Leben auf der Erde bestand. Die bei dieser Umwandlung entstehenden Strömungen im Sima bewirkten dort Niveaudifferenzen und bildeten so durch Bruch und Umlagerung der im bzw. auf dem Sima schwimmenden Kontinentalmassen die Formen und Verteilung der heutigen Kontinente.

Alle diese Vorstellungen sind natürlich vorerst nur tastende Versuche zur Lösung dieser schwierigen Probleme, wie ja auch das ganze Pol- und Kontinentalverschiebungsproblem erst einer richtigen Formulierung und Gruppierung der zu ihm führenden Tatsachen selbst bedarf. Aber so sehr dieses auch noch in seinen ersten, schwach begründeten Anfängen stecken mag, so ist es doch dank des Wegenerschen Grundgedankens, der hierbei an frühere Gedankengänge Pickerings und der Isostatiker anknüpft, heute schon nicht mehr zweifelhaft, daß hier bei allen Bedenken in Einzelheiten zum erstenmal eine durchgreifende Erklärung für die Polverlagerungs- und Permanenzfrage vorliegt.

## V. Die Großformen der jetzigen Erdoberfläche im Hinblick auf die Paläogeographie.

### 1. Der Begriff Kontinent und Ozean.

Stellen wir uns die Erde vor als Ganzes, wie sie uns ein physikalischer Globus versinnbildlicht. Wir beobachten in der Aufsicht als erstes Charakteristikum den Unterschied und die ungleichmäßige Verteilung von Wasser und Land. Die äußerlich sichtbaren Grenzen von Land und Meer sind jedoch nicht die wahren Grenzen zwischen festländischem und ozeanischem Boden im eigentlichen Sinn, wie es im Kap. IV, S. 80 dargelegt wurde. Hier darf man sich nicht durch die Wassergrenzen schlechthin täuschen lassen. Denn um die Festländer herum läuft submarin ein meist schmales, durchschnittlich 200 m unter der Wasseroberfläche liegendes Gesimse des Festlandssockels, der Schelf, und erst jenseits des-

selben erfolgt ein verhältnismäßig plötzliches Abfallen zu der ozeanischen Tiefenregion (Fig. 15).

Große Teile des Meerwassers halten die bald breiteren, bald schmäleren Schelfgebiete der Kontinente bedeckt. Die Hudsonbai, die Neufundlandbank, das Areal zwischen Spitzbergen und Nordostsibirien, die Nordsee, der Sundaarchipel, die Verbindung zwischen Ostsibirien und Alaska usw. sind in diesem Sinne alles epikontinentale Überflutungen, jenseits deren erst die eigentlichen Ozeanbecken beginnen.

Wenn somit von Kontinentalgebieten im Hinblick auf paläogeographische Fragen die Rede ist, so verstehen wir streng genommen darunter nicht die Ausdehnung des trockenen Landes gemäß den derzeitigen Land- und Meeresgrenzen, vielmehr sehen wir diese nach unserer Kenntnis der geologischen Vergangenheit als etwas Vorübergehendes und in gewissem Sinne Zufälliges an, und grenzen die Kontinente dort ab, wo die Grenze des dichteren Sima und des weniger dichten salischen Materiales liegt. Daran schließt sich aufs engste die Frage nach der Entstehung der Schelfflächen selbst. Die Anschauungen, wonach etwa die besondere Tiefenlage der antarktischen Schelfflächen auf die Abhobelung durch Eis zurückführbar wäre, oder die Schelfe Aufschüttungen terrigener Sedimentärmassen seien, dem schon der viel zu steile Böschungswinkel widerspricht, kommen ernstlich nicht in Betracht. Jedenfalls sind Schelfränder, die übrigens auch interkontinental liegen können, ganz verschiedenartiger Entstehung und aus verschiedenen tektonischen und geomorphologischen Elementen aufgebaut. So läuft der ostamerikanische Schelf mit einer großen, im Innern der Vereinigten Staaten liegenden, tektonischen Linie parallel, und auch die mittelmeerischen Schelfränder dürften größtenteils tektonische Entstehung haben. Andererseits ist für das Schelfstück, auf dem die Halbinsel Paria und die Insel Trinidad liegen, erwiesen, daß es aus Teilen eines sehr tiefen tertiären Meeresbodens, sowie eines Landstückes mit einer jungen Gebirgsauffaltung besteht. Allerdings kann es sein, daß tektonische Abbrüche am Rande der Kontinentalgebiete dem Schelf endgültig den Charakter als eine Art Stufe verleihen, einerlei aus welchen Elementen er sonst im einzelnen zusammengesetzt sein mag. Danach hätte er dieselbe Natur wie diejenigen interkontinentalen

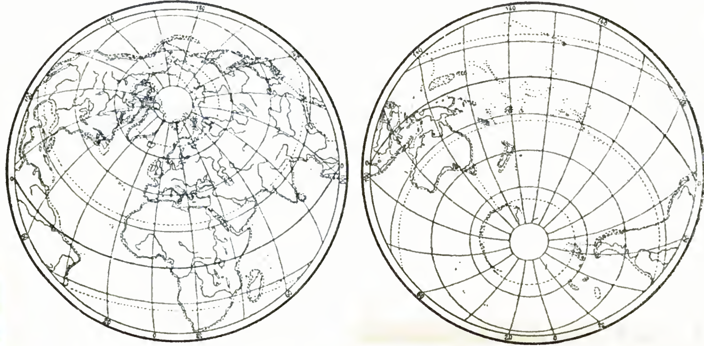


Fig. 15. Nördliche Land- und südliche Wasserhalbkugel mit den (gestrichelt eingetragenen) Schelfrändern der Kontinente. (Nach Wegener.)

Gebiete und Streifen, welche sich als Bruchgebiete zu erkennen geben, auch wenn sie vorher Faltungszonen angehörten. Beispiele von solchen Bruchgebieten des Festlandes sind das zum palästinensisch-ostafrikanischen Graben gehörende Tote Meer, das Rote Meer, die ostafrikanischen Seen, der Baikal, deren Sohle von 800—1600 m Tiefe u. M. liegt. Sie haben, ebenso wie die Schelfe, vielfach eine Überkompensation in ihren Schwereverhältnissen und sind vielleicht künftige Zerreißungsstellen der salischen Kruste, wobei sie dann Schelfe bilden dürften.

Etwas anderes als Epikontinentalmeere, die sich als Schelfe über die salische Kruste ausbreiteten, kennen wir auch aus den Marinablagerungen der Vorzeit nicht. Es gibt keinen einwandfreien Beweis, daß jemals echter Ozeanboden Festland geworden wäre und umgekehrt, wenn natürlich auch andererseits nicht geleugnet werden soll, daß Teile der salischen kontinentalen Kruste heute außerhalb der uns bekannten Festlandsgebiete im Ozean versunken liegen und später wieder hervortreten können. Was das Material betrifft, nicht was die Grenzen von Meer und Land schlechthin betrifft, besteht eine absolute Permanenz der Kontinente und Ozeane.

Alle die vorweltlichen, die paläogeographischen Prozesse, die sich nach unserer Kenntnis abgespielt haben, sind solche der salischen Krustenhaut. Die Sedimentärgesteine, also jene Materialien, die sich durch den Wechsel von trockenem Land, Gebirgsbildung und Epikontinentalmeeren infolge stets erneuter Umlagerung gebildet haben, setzen heute den oberflächlichsten Teil der Kontinentalblöcke zusammen. Offenbar aus tieferen Regionen wirkt die Gebirgsbildung. Es gibt nur ganz wenige Höhenzüge, wie z. B. die Gebirgsstufen um das Pariser Becken herum, welche reine Erosionslandschaften sind, und nur wenige schroffe Stufen und Niveaudifferenzen sind bedingt durch einfache Abbrüche oder Hebungen. Alle Mittelgebirge sind abgetragene ältere Faltengebirge, die späterhin wieder vielfach von neuen, jüngeren Sedimenten diskordant überlagert wurden und sich vielfach erneut wieder durch Bruchbildung und vielleicht sogar stellenweise auch durch Überschiebung ihrer Randzonen aus dem Umlande herausgehoben. Oft gewannen sie dann durch erneut einsetzende kräftige Erosion wieder ursprünglichere schroffere Einzelformen. Aber

ausnahmslos bilden heutzutage die jungen tertiären Faltengebirge die höchsten Erhebungen der Erde.

Große Niveaudifferenzen außerhalb der jüngeren Faltengebirge zeigen sich, wenn wir wieder von der Grenze Festland—Ozean absehen und nur die Kontinente betrachten, in den vorhin schon erwähnten jungen Grabenbruchbildungen Asiens und Afrikas; sie fallen in die jüngere Tertiärzeit. Die größte Tiefe des auf einem solchen Bruch liegenden Baikalsees beträgt 1610 m und der an seinem Südende liegende Berg Primorski Chrebet ist fast 1900 m hoch — eine Höhendifferenz von 3500 m. Im palästinensisch-afrikanischen Grabenbruch, dem das Tote Meer, das Rote Meer und die ostafrikanischen Seen angehören, liegt die Sohle des ersteren 800 m tief, und neuerdings ist die Sohle des Tanganjika-Sees mit stellenweise 1000 m angegeben worden.

In dem Aufbau der Kontinente spielen auch ihre Rolle die Äußerungen des vorweltlichen Vulkanismus, die sich teils nur als Ablagerungen intrusiver Gesteine zwischen den Sedimentfolgen bemerkbar machen und an den tektonischen Veränderungen wie ein Sedimentgestein teilgenommen haben; vielfach aber auch der Erdoberfläche selbständige Formen aufgeprägt haben, sei es, daß sie, als die härteren und widerstandsfähigeren Gesteine durch spätere Erosion freigelegt, sich nun über ihre Umgebung erheben, sei es, daß sie als alte Vulkanaustritte von vornherein auf der Erdoberfläche Massen aufschütteten, die erst allmählich in künftiger geologischer Zeit der Abtragung zum Opfer fallen.

Dadurch, daß nach unserer Anschauung die Gebirgsbildung ein durchaus intrasalischer Prozeß ist, ferner dadurch, daß immer wieder neue Teile der leichteren Kruste — einerlei, aus welchem Grunde — gefaltet wurden und auch schon gefaltete erneut diesem Schicksal unterlagen, mußte allmählich eine ungleichmäßige Verdickung des Salmantels eintreten und so eine im Lauf der erdgeschichtlichen Zeit zunehmende Höhendifferenzierung gegenüber dem idealen Oberflächenniveau der Erde sich vollziehen. Dafür gibt es auch einige andere Wahrscheinlichkeitsbeweise: So die Tatsache, daß im Paläozoikum und Mesozoikum die Überflutungen der Kontinentalgebiete durch die Meere ausgedehnter waren als im Tertiär und heute. Auch der Schelf dürfte in früheren Zeitaltern vielleicht gegenüber dem übrigen Festlandgebiet

weniger differenziert gewesen sein. Das würde auch erklären, weshalb in früheren Zeiten die Ablagerungen offenbar nicht so deutlich in litorale und hemipelagische getrennt waren wie heutzutage. Wegener hat eine hypsographische Kurve entworfen, nach der sich dieser zunehmende Niveaudifferenzierungsprozeß darstellen läßt (Fig. 16), wenn man sie mit der auf S. 82, Fig. 14 gegebenen vergleicht.

Auch Soergel, der obengenannte Gegner der Wegenerschen Kontinentalverschiebungstheorie, kommt zu ganz derselben Schlußfolgerung, jedoch auf anderem Weg. Wir sehen, sagt er, von Periode zu Periode in der Erdgeschichte marine Faunen in die epikontinentale Flachmeere einwandern, und diese Faunen können nicht aus der Tiefsee gekommen sein. Sie entstammen nach ihrem Charakter Zwischenmeeren, die heute fehlen und die zwischen Schelf und Tiefsee gelegen haben müssen, während heutzutage im allgemeinen der Übergang zwischen beiden Gebieten schroff geworden ist. Zu demselben Resultat führt auch die Erforschung und Charakterisierung der früheren Sedimente, so daß man von drei Seiten her jene Vorstellung von der zunehmenden Steilheit des Kontinentalrandes als gefordert und belegt ansehen darf.

Die tiefsten Senken der Ozeane sind die sog. Gräben, die relativ plötzlich und in verhältnismäßig geringer Querausdehnung in den Ozeanen verstreut liegen, aber dort ein kleineres Areal einnehmen als vergleichsweise die Hochgebirge auf dem Festland. Bemerkenswert ist, daß diese Gräben nicht nach der Mitte der Ozeane hin häufiger werden, sondern in der Nähe der Festländer liegen, wie nördlich der Antillen, östlich von Japan, nördlich von Neuseeland, südlich der Sundainseln. Sie sind durchschnittlich 6000, einzelne bis 9000 m tief und treten vielfach an kontinentale Gebirgsbildungszonen heran. Es liegt daher nahe, anzunehmen, daß hier ein innerer Zusammenhang zwischen Gebirgsbildung und ozeanischer Grabenbildung besteht (z. B. Alpen und Mittel-

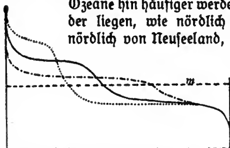



Fig. 16. Kurve der allmählichen Niveaudifferenzierung, ausgezogen: heutige; punktiert: zukünftige; strichpunktiert: frühere Kurve; *m* Meeresspiegel. (Nach Wegener.)

meer). Wenn wir oben (S. 55) die Anschauung vertraten, daß die gebirgsbildende Kraft aus der Tiefe, wohl aus dem simischen Untergrund der Salkruste, ihren Anstoß erhält, daß dann eine Ausdehnung nach oben erfolgt, so sind die ozeanischen Gräben vielleicht eine diesem Stoffausweichen nach oben korrespondierende isostatische Eindellung des Ozeanbodens, die wegen ihrer Schwere bzw. größeren Dichte auch nicht den räumlichen Umfang anzunehmen braucht wie die Gebirgszonen.

## 2. Geographische Homologien und Gegensätze.

Erwähnt wurde schon im vorigen Kapitel (S. 60) die bemerkenswerte Identität zwischen dem Ost- und Westrand des Atlantischen Ozeans in den Umrissen der Kontinentalmassen, derart, daß man durch Zusammenschieben beider Festlandsareale ein fast vollkommenes Ineinandergreifen der beiderseitigen Vorsprünge bzw. Einbuchtungen erzielt.

Ein weiteres, von E. Sueß entdecktes Charakteristikum der atlantischen Küsten ist das Herantreten von Faltengebirgen mit einem dem rechten Winkel mehr oder minder genäherten Auftreffen; so Pyrenäen und Atlas einerseits, der nordandin-venezolanische Gebirgsbogen andererseits, die altpaläozoischen Ketten Skandinaviens, Nordschottlands und -irlands, die jungpaläozoischen Südirlands, Belgiens, Frankreichs und Spaniens, denen jenseits des Atlantik die gleichalten Takonischen Berge, die Appalachen entsprechen. Ja, schon die uralten algonkischen Ketten der Hebriden und Lofoten entsprechen in ihrem Auslaufen gegen den Atlantik diesem Gesetz und haben ihr Gegenstück jenseits des Ozeans in den algonkischen Falten Ostkanadas (vgl. Fig. 18 auf S. 98).

Ganz anders die pazifische Umrandung: dort laufen alle Faltengebirge der Küste parallel, keines trifft quer auf den Ozean, und der ganze Pazifik ist umgeben von solchen Faltengebirgsreihen; nirgends treten ungefaltete Landtafeln an ihn heran. Der Indische Ozean aber bildet hierin ein Mittelding zwischen beiden Weltmeeren.

Diese Unterschiede zwischen dem Atlantischen und Pazifischen Ozean sind begründet in deren vermutlicher Geschichte. Wir haben in Kap. II, 4 im Anschluß an Wegeners Theorie dargelegt,

weshalb man einerseits kontinentale Zusammenhänge zwischen Nordeuropa und Nordamerika, Afrika und Südamerika annehmen muß, andererseits aber auch unmöglich eine Überbrückung so weiter und so tiefer ozeanischer Becken gelten lassen kann; wie es außerdem undenkbar ist, daß der schwerere ozeanische Boden von heute einmal in einer höheren Lage als „Kontinentalgebiet" trocken lag. Nimmt man aber horizontale Krustenverschiebungen, wenn auch nebenbei mit Absenkungen von Schollen an, wozu uns, wie dargelegt, eine Anzahl Gründe nötigen, so erklären sich die aufgezählten atlantischen Küstenhomologien durchaus zwanglos. Auch das Austreten vulkanischer Massenergüsse im Atlantischen Ozean stünde dann mit dem „Öffnen" des Sima-bodens durch Auseinandertreten der Alten und Neuen Welt in direktem Zusammenhang. Die Ursache für dieses Auseinandertreten läge zugleich in der Geschichte des Pazifischen Ozeans begründet.

Die meisten Forscher sind darin einig, dem Pazifik ein hohes geologisches Alter zuzuschreiben. Zwar gibt es einige Anhaltspunkte, wonach im polynesischen Inselgebiet und westlich von Westamerika kleinere Landflächen früher existiert haben müssen, aber das sind im Verhältnis zum Pazifik gewiß keine Kontinente von besonderer Ausdehnung gewesen; denn auch hier würde sich sofort die unvermeidliche Frage erheben, wo sonst das in den dortigen Tiefen heute angesammelte Wasser hätte bleiben sollen. Nach einer, besonders durch die Astronomen Pickering und G. H. Darwin ausgebauten Theorie könnte der Pazifische Ozean nun die Narbe sein an der Stelle, wo der Mond ehedem die Erde verlassen hat. Das astronomisch-mechanische Verhältnis, in dem tatsächlich der Mond zur Erde steht, deutet mit Notwendigkeit an, daß er sie auf einer Spiralbahn mehr und mehr verlassen hat. Die weitere Tatsache, daß das spezifische Gewicht des Mondes dem der äußeren Erdhäute, nicht dem der Gesamterde entspricht, sowie Berechnungen, wonach die Erde schon eine einigermaßen feste Kruste gehabt haben muß, falls sich überhaupt der Mondkörper davon lostrennen konnte, legen den Schluß nahe, daß damals schon die Krustendifferenzierung des Erdkörpers bestand und der härtere Salmantel zum Teil weggeführt wurde, während das ebenfalls mit weggeführte Sima sich wieder durch

Nachfließen schließen konnte. So sei die Narbe des Pazifischen Ozeans geblieben auf der Außenseite des Erdkörpers. Ist das richtig, was wir natürlich nicht mit Bestimmtheit wissen, dann erklärt sich im Zusammenhang damit vielleicht teilweise auch das oben, S. 60, erörterte Abrücken Amerikas und Australiens nach dem Pazifischen Ozean als isostatische Nachwirkung.

Schließlich noch zu einer letzten wichtigen Gesetzmäßigkeit im Antlitz der Erde. Die Hauptlandmassen liegen auf der Nordhalbkugel; die Südhalbkugel ist landarm. Die im Norden ostwestlich ausgedehnten Kontinentalflächen spitzen sich nach Süden auffällig zu. Land und Meer liegen antipodisch, und dem Nordpolarmeer liegt das Südpolarland gegenüber (vgl. Fig. 15 S. 89). Faßt man diese ostwestliche Ausdehnung der Kontinentalgebiete auf der Nordhemisphäre im ganzen ins Auge, von denen in meridionaler Erstreckung und mit Südzuspitzung die beiden Amerika, Eurafrika und Asien—Australien auslaufen, um gegen den Südpol hin zusammenzustreben, dann bekommt man von der Erde den Eindruck einer Kugel mit eingeschriebener vierseitiger Pyramide (Tetraëder, Fig. 17). Auf diese merkwürdige Erscheinung ist folgende, allerdings in dieser Form nicht haltbare Theorie gegründet worden: Zieht sich eine Kugel zusammen, so nimmt sie erfahrungsgemäß leicht tetraëdrische Form an, weil aus mechanischem Zwang dadurch am leichtesten die dabei entstehenden tangentialen Spannungen ausgeglichen werden. Nimmt nämlich das innere Volumen einer gefüllten oder hohlen Kugel ab, ohne daß in entsprechendem Maß die Oberfläche schwinden kann, so muß sie mit mechanischer Notwendigkeit Tetraëderform annehmen, weil es das Tetraëder ist, welches unter allen Körperformen das kleinste Volumen mit der größten Oberfläche verbindet. Nach der Kontraktionstheorie soll ja die Erde eine durch Abkühlung im Innern langsam schrumpfende Kugel sein, und so wäre scheinbar die Tetraëderoberfläche einfach und zwanglos erklärt; denn auch bei dem Tetraëder liegen Flächen, Kanten und Ecken antipodisch. Die Kanten als die heranstrebenden Teile wären die Ostwest-Nordsüd-Kontinental-

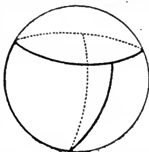


Fig. 17. In eine Kugel eingezeichnete Tetraëderkanten, der Anordnung der Kontinente entsprechend. (Nach de Lapparent).

züge; die Ecken wären die im Abstand von etwa 120° verteilten alten kristallinen Kerne der Nordhemisphäre (Fig. 5, S. 49), die Südspitze wäre das hohle Südpolarland, und ihnen stünden die vier Flächen als niederste Teile: Nordpolarer, Atlantischer, Pazifischer, Südindisch-südpazifischer Ozean antipodisch gegenüber.

Soviel Bestechendes und Wohlgereimtes diese Theorie auch hat, so machen sich doch gewichtige Bedenken gegen sie geltend. Einmal der rein astrophysikalische Grund, daß ein so großer Weltkörper wie die Erde nicht mit einer gewöhnlichen, sich zusammenziehenden Kugel verglichen werden kann, bei welcher die Molekularkräfte die Massenanziehung an Stärke weit übertreffen (Wegener). Die Erde setzt ihrer Deformation im großen den gleichen Widerstand entgegen, als ob sie aus Stahl bestünde, und durch ihre Massenwirkung kehrt sie immer wieder zur Kugelform zurück; bei ihr überwiegt diese letztere Tendenz bei weitem alle anderen deformierenden Kräfte. Ferner müßte, da sich die Erde nicht erst seit jüngster geologischer Zeit abkühlt, diese tetraëdrische Form und Verteilung der Kontinente auch schon in älterer erdgeschichtlicher Zeit bemerkbar gemacht haben, wo die Kontinente wahrscheinlich ganz anders verteilt waren als jetzt. Will man aber die jetzige zweifellos bestehende tetraëdrische Anordnung sinnvoll erklären, so muß man sie auf einen erst in später geologischer Zeit wirksamen Grund zurückführen können.

Hier spielte nun vielleicht in der Erdgeschichte eben die „pazifische Narbe" eine gewisse Rolle. Durch deren Entstehung war das Gleichgewicht in der Verteilung der im Magma schwimmenden Salkruste offensichtlich gestört; das plastische Sima konnte allmählich durch Umfließen seine Normaloberfläche wiederherstellen, die festere Salkruste jedoch wurde einem durch die Rotationsbewegung des Erdballs unmittelbar bedingten Zug ausgesetzt. Denn die Rotation der Erde ist, wie bei einem einseitig belasteten Kreisel, bestrebt, stets das Gleichgewicht durch entsprechende Massenverteilung wiederherzustellen. Denkt man sich für einen Augenblick etwa das Wasser ungleichmäßig an einer Stelle angesammelt, so würde es sich sofort durch die Rotation als eine gleichmäßige Haut über die Idealkugel verteilen. Sind aber die zu verteilenden Massen fest wie das Sal, dann treten Zerreißungen und ein Abschwimmen von Schollen ein — und so würde das im Kapitel II, 4 bespro-

chene Auseinandertreten der Alten und Neuen Welt auf noch eine Weise erklärt sein (vgl. S. 85), indem letztere gegen den Pazifik hin gewandert wäre. Das geschah nicht plötzlich und mit einem Ruck, sondern, entsprechend der Zähigkeit des Magmas, worin die Salschollen stecken, langsam im Lauf geologischer Zeiträume. Vielleicht ist heute der Prozeß noch nicht ganz beendet. Mit Australien, Indien und Afrika könnte es dieselbe Bewandtnis haben — womit eben nicht nur der tetraëdrische Nordsüdverlauf, sondern auch der Widerspruch im Permanenzproblem, wie schon Seite 60 erläutert, geklärt wäre. Die Kontinentalschollen mußten sich, nachdem sie einmal — wenigstens im Süden — dreigeteilt waren aus Gleichgewichtsgründen im Abstand von etwa 120° (360°:3) allmählich anordnen und strebten dabei naturgemäß der pazifischen Narbe zu.

Die Struktur der Festländer selbst zeigt merkwürdige Homologien. So bestehen alle drei nordhemisphärischen Kontinentalmassen (Amerika, Eurafrika, Asien) im Norden aus je einem großen alten kristallinen Hauptkern, dem kanadisch-grönländischen, dem fennoskandischen und dem sibirischen „Schild", die alle drei in etwa 120° Abstand auseinanderliegen. Um sie herum legen sich nach Süden, Osten und Westen alte, nun längst stark abgetragene oder durch jüngere Brüche wieder mehr betonte Faltengebirge, und um diese wieder wie Girlanden die jungzeitlichen Ketten tertiären Alters. Südlich von diesen folgen wieder altkristalline Massen: die brasilische, die äthiopisch-arabische und die madagassisch-vorderindisch-australische, welcher vermutlich eine polynesisch-pazifische flankierend zur Seite steht. Zwischen diesen beiden letzteren drängt sich der paläozoische Bogen des australischen Ostgebirges hindurch und der junge neuseeländische Bogen als Fortsetzung der malaiischen Tertiärfalten. Ganz ähnlich drängt sich zwischen fennoskandischem und sibirischem Schild der alte uralische Bogen hindurch, aber ein junger tertiärer hat dort nicht mehr Platz gefunden. Südlich des Atlas sind in der Sahara ebenfalls paläozoische Falten nachgewiesen. Vielleicht gab es auch früher noch ostpazifische Kristallinklötze, welche die Ost- und Südanden flankierten. Wie die Verhältnisse in der Südpolarzone liegen, ist noch nicht bekannt. Das Wandern der Gebirgsfaltung von Norden nach Süden im europäischen Gebiet veranschaulicht die beigegebene Fig. 18.




Fig. 18. Verlauf der aufeinanderfolgenden Faltengebirgsbildung in Europa: I Älteste, präkambrische Faltung; II silurisch-devonische („kaledonische") Faltung; III karbonische („herzynische") Faltung; IV tertiäre („alpine") Faltung. Senkrechtes Auftreffen der Streichrichtung auf den Atlantischen Ozean. (Aus Kayser, nach E. Sueß.)

Vor allem ist nun zu den salischen Krustenmassen der ebengenannte polynesische kristalline Kern hinzuzurechnen. Dadurch wird das scheinbare zahlenmäßige Übergewicht derselben auf der Nordhemisphäre wieder ausgeglichen. Auch der polynesische Kern dürfte als einer der frühesten nach der pazifischen Narbe abgewichen sein. Wir haben also, wenn wir alle diese Salkomplexe wieder zusammengedrängt denken, eine einseitige ursprüngliche Verteilung und ihr gegenüberstehend den pazifischen Defekt, über dessen mögliche Entstehung oben das Nähere gesagt worden ist. Ursprünglich dürfte die Salkruste den ganzen Erdkörper umschlossen haben und darum von einem durchschnittlich mindestens 1600 m tiefen Meere bedeckt gewesen sein. Es bestand damals vielleicht eine „P a n t h a l a s s a".

Die alten kristallinen Kerne sind die ältesten, aus Gebirgsfaltung hervorgegangenen, über Wasser liegenden Kontinentalkerne

gewesen. Indien, Madagaskar und Australien lagen vielleicht ehedem näher beisammen, vielleicht in Berührung mit einem südpolaren kristallinen Kern. Es gibt aber, wie die Karte auf S. 40 anweist, im Himalaja, Balkan, Alpen, Anden, Zentralamerika kleinere kristalline Massen, die jedenfalls weit jünger sind, weil sie in spät entstandenen Gebirgen liegen und mit diesen erst emporgekommen sind (vgl. S. 54/55). Älteren Gebirgen als den tertiären, nämlich den paläozoischen, gehören die Kristallinflecke des Ural, Schottland-Irlands, Spaniens, Hinterindiens (?) und Nordostaustraliens an.

Man hat auch anderweitig vielfach versucht, den Verlauf markanter Linien und Formen der Erdrinde, Gebirge, Vulkane, Brüche in mathematische Figuren einzugliedern (z. B. in E. de Beaumonts „Pentagonalnetz"); aber alle diese Versuche leiden an dem Fehler, daß sie zeitlich und genetisch verschiedenartige Elemente der vielgestaltigen Kruste in eines zusammenwerfen. Wenn man allerdings geographische Homologien sieht wie die merkwürdige Umrandung und S-förmige Schwingung der atlantischen Küste und der atlantischen nordsüdlichen Bodenschwelle; wenn man an die Südzuspitzung der Kontinente denkt und bemerkt, daß diese sich auch im Kleinen wiederholt; wenn man etwa die Übereinstimmung in den Umrissen der Inseln Celebes und Halmahera beachtet, denen auch das Skelett der Insel Borneo entspricht, sobald man diese ihres känozoischen Schwemmlandes entkleidet, dann wundert man sich nicht, wenn immer wieder in solchen Erscheinungen der Ausdruck eines ganz wesentlichen Gestaltungsgesetzes unseres Planeten, bzw. seiner Kruste, gesehen wird, dessen eigentlicher Mechanismus uns aber doch noch ganz fremd ist. So bestechend auch Wegeners Lösungsversuch ist, die atlantische Homologie durch Abspaltung zu erklären, und so sehr wir aus anderen Gründen seiner Theorie beistimmen und Lageänderungen der Kontinentalmassen im Lauf der Erdgeschichte annehmen, so erklärt sie doch nicht jene kleineren Homologien, wie sie soeben aufgezählt wurden. Nachdem man aber einmal darauf aufmerksam geworden ist, mehren sich die merkwürdigen Gesetzmäßigkeiten, von denen in einer neueren Arbeit des Freiburger Geologen Deecke eine Unzahl weiterer aufgezählt werden, die sich besonders auf die häufige Wiederkehr des gleichen Winkels und gleicher

Abstände geologisch-tektonischer und geomorphologischer Züge im Antlitz der Erde beziehen und mit denen sicher viel Zufälliges, aber auch andererseits sicher manche gesetzmäßige Erscheinung entdeckt ist.

Es bleiben also noch viele Fragen offen, es harren noch viele Probleme der Lösung, und die hierzu gemachten Versuche deuten jetzt schon, obwohl wir erst in den Anfängen stehen, darauf hin, daß sich dahinter neue schwierige Fragen erheben werden, die in das tiefste Dunkel der Vorwelt führen.

Man hat oft, wie oben schon einmal ausgeführt worden ist, die Reihenfolge der fossilführenden geologischen Formationen vom Kambrium bis zum Quartär und ihre Zeitdauer in Vergleich gesetzt zu der ungeheueren Dauer der Schicht- und Zeitfolge des Algonkiums und Archaikums, denen gegenüber jene auf ein Kleines zusammenschrumpft. Nun eröffnet sich durch die Differenzierungslehre der Erdkruste auch noch die Erkenntnis, daß die erdgeschichtliche Zeitfolge, die wir bis an den untersten Anfang des Archaikums uns bemühen zurückzuverfolgen, doch nur repräsentiert ist durch Vorgänge auf der äußersten Oberfläche des salischen Krustenteils. Und so wird auch diese ganze geologische Zeitlänge mit Einschluß des Archaikums nur eine letzte Phase im Dasein des Erdkörpers, und so werden die in ihr sich vollziehenden Trans- und Regressionen, Hebungen, Gebirgsbildungen und Senkungen vor dem allmählich tiefer dringenden Blick nur zu einem späten Nachzittern gewaltigster vorarchäischer Umwandlungen, zu deren Zeit das Planetensystem in anderen Fixsternräumen wandelte, andere Sonnen in seiner Nachbarschaft sah und, mit der Erde, auch anderen Kräftewirkungen ausgesetzt war, von denen sich unsere Schulweisheit heute noch nichts träumen läßt.

# Anhang.

## Übersicht über die faunistischen und geographischen Zustände in den einzelnen Erdzeitaltern.

**Archaikum.** Längstes bisher bekanntes Zeitalter der Erdgeschichte. Gesteine kristallin umgewandelt, daher keine Fossilreste mehr erkennbar; vielleicht auch nur weichhäutige wirbellose Tiere, die nicht versteinerungsfähig waren. Gebirgsbildung und Vulkanismus sehr ausgedehnt; zahlreiche bedeutende Hebungen, Senkungen und Abtragungen.

**Algonkium** (Präkambrium). Lebewesen zwar vorhanden, aber nur in unbestimmbaren Resten erkennbare niedere Formen (Krebse, Hydrozoen). Vielfacher Wechsel von Land und Meer, Gebirgsbildung im Norden; Eisspuren in Nordamerika. Vulkanismus weit verbreitet. Wie im Archaikum große Abtragungs- und Ablagerungsdiskordanzen, die geologischen Vorgänge jedoch infolge Fossilmangels nicht miteinander parallelisierbar.

**Kambrium.** Beginn des Erdaltertums (Paläozoikums). Erste richtig fossilführende Formation. Niedere wirbellose Faunen, meist hornschalig; Wirbeltiere noch nicht vorhanden. Eisbildungen in China und Australien, in Spuren auch im Norden. Erst gegen Ende der Periode Wärmezunahme. Im Mittel- und Oberkambrium größere Meerestransgressionen.

**Silur.** Reiche, kalkschalige Meeresfaunen, älteste Wirbeltiere (Panzerfische) und älteste Spuren von Landpflanzen. Blütezeit der Trilobitenkrebse (den charakteristischsten Tieren des Erdaltertums), Brachiopoden und hydrozoenartigen Graptolithen. Warmes ausgeglichenes Klima, Korallenriffe bis hoch in den Norden hinauf. In der zweiten Hälfte ausgreifende Meeresbedeckung und -verschiebungen, stellenweise Gebirgsbildung.

**Devon.** Marinfaunen etwa wie im Silur (aber fast ohne Graptolithen). Erstes Auftreten von lungenatmenden Fischen, noch keine richtigen Landtiere, wohl aber Landpflanzen. Abkühlungszeit, dann wieder wärmer. Blütezeit der vierstrahligen Korallen. Mit dem Oberdevon zunehmende Meeresausdehnung, anfänglich auch Fortsetzung der silurischen Gebirgsbildung. Vulkanische Ausbrüche zahlreich.

**Karbon.** Reiche Kalkschalenfaunen (bes. Seelilien) in den Meeren; die ersten Amphibien und Insekten. Besonders in der zweiten Hälfte allgemeine starke Gebirgsbildung. Im Zusammenhang damit aus dem Meere auftauchende Kontinentalränder, an denen sich ausgedehnte Ästuare bildeten, die reich mit Waldungen von großen Kryptogamen besetzt waren, aus denen die Steinkohlen entstanden. Überall warmes ausgeglichenes Klima.

**Perm.** Auftreten einer neuen, im Erdmittelalter die karbonische Flora verdrängenden Glossopterisflora (Gymnospermen). Erscheinen der Reptilien, Blütezeit der gepanzerten Amphibien (Stegocephalen); im Meer

letzte Trilobiten. Auf der Südhemisphäre Eis, auf der Nordhemisphäre Wüste; im deutschen Meeresarm ausgiebige Salzablagerungen (Kalisalze). Im Unterperm ausklingende karbonische Gebirgsbildung; heftiger Vulkanismus.

**Trias.** Beginn des Erdmittelalters (Mesozoikums). Erste Blütezeit der Ammonshörner. Große Stegocephalen und andere Amphibien und ursprünglicher Reptilien. Heutige Kontinentalflächen, mit Ausnahme der alpinen Bögen, fast ganz vom Meer verlassen. Keine Gebirgsbildungsvorgänge. Warmes gleichmäßiges Klima, wenig Vulkanismus.

**Jura.** Zweite Hauptentwicklung der Ammonshörner; Hauptzeitalter der Wasser-, Land- und Luftreptilien aller Arten und Größen; erstes Auftreten der Vögel. Heutige Festländer stark meerbedeckt, besonders im Mitteljura. Warmes gleichmäßiges Klima bis in den Norden, wenn auch zuletzt Zonengliederung bemerkbar. Keine Gebirgsbildung; Vulkanismus fast erloschen.

**Kreide.** Allmähliches Aussterben der mesozoischen Land- und Meeresfaunen, sowie der Landpflanzen. Meeresfaunen von z. T. noch mit mesozoischen untermischten jüngeren Typen (Fische und Muscheln). Erscheinen der Laubhölzer und Blütenpflanzen. Besonders in der mittleren Kreide ausgedehnte Meerestransgressionen. Beginn der tertiären Gebirgsbewegungen. Vulkanismus nur in Indien und Südamerika belebter. Klimazonenbildung.

**Tertiär.** Beginn der erdgeschichtlichen Neuzeit (Känozoikum). Zeitalter der Säugetierentwicklung. Marinfaunen den heutigen sehr ähnlich. Allmähliche Herausbildung der jetzigen Land- und Meeresgrenzen, besonders im letzten Teil durch die allgemeine Hochgebirgsfaltung. Klima bis in die letzte Phase hoch in den Norden hinauf mild; ausgedehnte Braunkohlenbildung. Im mittleren Tertiär starker Vulkanismus.

**Quartär.** Ur- und Kulturmenschenzeit. Eiszeit und Übergang zur Jetztzeit. Heutige Land- und Meeresgrenzen mit unwesentlichen Schwankungen. Gebirgsbildung erloschen; Vulkanismus schwach. Deutliche Zonenbildung.

# Literaturnachweise

für ein eindringenderes Studium des hier behandelten Stoffes, abgesehen von Spezialarbeiten und Aufsätzen in wissenschaftlichen Zeitschriften, die hier nicht zitiert werden können.


Kayser, E., Lehrbuch der Geologie. Bd. I. Allgemeine Geologie. 4. Aufl. Stuttgart 1912. Bd. II. Formationskunde. 5. Aufl. 1913. — Bietet in streng konkreter Form den wesentlichen Stoff der allgemeinen und historischen Geologie.

Haug, E., Traité de Géologie. Vol. I. II. III. Paris 1907—1911. — Das derzeit beste fachwissenschaftliche Lehrbuch der allgemeinen und historischen Geologie. Paläogeographisch besonders wichtig wegen der geschlossenen Darstellung aller erdgeschichtlichen Trans- und Regressionen und ihres Mechanismus.

de Lapparent, A., Traité de Géologie. Bd. I—III. 5. Aufl. Paris 1906. — Mit zahlreichen allgemeinen und speziellen paläogeographischen Karten (wie bei Kossmat).

Chamberlin, Th. und Salisbury, R. D., Geology. Vol. I—III. Earth History. New York 1906. — Behandeln, ähnlich wie Kayser, aber auch umfassender in teils referierender, teils selbständiger Stellungnahme die wichtigsten paläogeographischen Themen.

Grabau, A. W., Principles of Stratigraphy, New York 1914. — Darlegung der Grundbegriffe der Schichtlehre und Durchbehandlung aller speziellen Formen der Ablagerungen; jedoch keine eigentliche, chronologisch geordnete Formationslehre.

Kossmat, F., Paläogeographie. (Sammlung Göschen.) Leipzig 1908. — Bringt Rekonstruktionen der Land- und Meeresflächen mit genauerer stratigraphischer und biogeographischer Begründung nach den bekannten Methoden.

Walther, J., Geschichte des Lebens und der Erde. Leipzig 1908. — Sucht in außerordentlich frischer und anschaulicher Weise die geographischen Zustände in den verschiedenen Erdzeitaltern in den Hauptzügen zu schildern (Tiergeographie, Klimatologie usw.) und größere innere Zusammenhänge aufzudecken.

Sueß, E., Das Antlitz der Erde. Bd. I—III. Wien u. Leipzig 1885 bis 1904. — Hochwissenschaftliches, nur nach eingehendem sonstigem Studium verständliches Werk.

Arldt, Th., Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. Leipzig 1907. — Besonders nach der biogeographischen Seite ausgebautes Werk, jedoch nicht nach der geologischen und paläontologischen Seite.

Dacqué, E., Grundlagen und Methoden der Paläogeographie. — Eingehende Darstellung der hier behandelten Gegenstände (vgl. Vorwort). Ausgiebige Literaturnachweise für die Einzelfragen.

Wegener, A., Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. (Sammlung Vieweg, Heft 23.) Braunschweig 1915. — Enthält eine eingehendere Auseinandersetzung und Begründung des Baues der Erdkruste und der Möglichkeit der Kontinentalverschiebungen und ihres Mechanismus.

Soergel, W., Das Problem der Permanenz der Ozeane und Kontinente. Stuttgart 1917. — Gegenschrift gegen Wegener und Zusammenstellung aller für eine Permanenz sprechenden Gesichtspunkte.

Eckardt, W. R., Das Klimaproblem der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart (Sammlung Vieweg). Braunschweig 1909. Dasselbe im Auszug: Paläoklimatologie (Sammlung Göschen). Leipzig 1910. — Behandelt die inneren Zusammenhänge der vorweltlichen Klimafrage, jedoch weniger den Klimacharakter der einzelnen Erdperioden.

Neumayr, M., Erdgeschichte. 2. Aufl. von V. Uhlig. Leipzig 1895. — Ebenso wie das folgende zwar in vielem Tatsächlichen stark veraltet, aber dennoch mit Gewinn zu lesen und vorbildlich für einheitliche und gedankenreiche Stoffdurchdringung bei glänzender Darstellung.

Koken, E., Die Vorwelt und ihre Entwicklungsgeschichte. Leipzig 1893. — Spezieller als Neumayr, aber von ähnlichem allgemeinem Wert.

Supan, A., Grundzüge der physischen Erdkunde. 6. Aufl. Leipzig 1915. — Lehrbuch der jetztweltlichen Erdkunde unter entsprechender Berücksichtigung der vorweltlichen Grundlagen.

**Geologisches Wanderbuch.** Von Dir. Prof. Dr. K. G. Volk. I. Teil. Mit 169 Abb. M. 4.— II. Teil. Mit 269 Abb. M. 4.40

„Das Buch ist eine herzhaft geschriebene populäre praktische Geologie der deutschen Mittelgebirge. Was es besonders sympathisch macht, ist, daß es sich nicht auf Beschreibungen allein verläßt, sondern Anleitung mit Winkelmesser und Meßtischblatt im Feld und daheim zu physikal.-chem. Versuchen gibt." (Natur.)

**Geographisches Wanderbuch.** Von Privatdozent Dr. A. Berg. Ein Führer für Wandervögel und Pfadfinder. 2. Aufl. Mit 212 Abbildungen. Geb. . . . . M. 4.40

„Der Verfasser will die wandernde Jugend zu richtigen ‚Forschungsreisenden' machen, die die heimatlichen Fluren mit beobachtenden Augen durchstreifen und nicht nur noch ihrem Stimmungsgehalt ausschöpfen; sie sollen zu höherem, bleibendem ästhetischen Genuß durchdringen..." (Der Knabenbündler.)

**An der See.** Geologisch-geographische Betrachtungen von Prof. Dr. P. Dahms. Mit 61 Abbildungen im Text. Geb. . . M. 3.—

„Die Schrift, die ein reiches und vielseitiges Wissen umschließt, gibt Zeugnis von scharfer und gleichzeitig liebevoller Betrachtung der Natur. Sie will das Verständnis für den Strand und seine Wunder wecken und erschließen und zugleich einen Einblick gewähren in den eigenartigen Charakter der Küstenbewohner."
(Monatsschrift für höhere Schulen.)

**Geologische Wanderungen am Schwäbischen Meere.** Ein methodischer Beitrag zur Heimatkunde. Von Dir. Prof. Dr. K. G. Volk. Mit 14 Abb. Geh. M. 1.—

„Wir wüßten kein besseres Werk, das als Vorbild dazu dienen könnte, wie jeder seine geologische Heimatkunde treiben soll."
(Württ. Schulwochenbl.)

**Schichtenfolge Mitteldeutschlands.** Zu Tabellen zusammengestellt für den Gebrauch auf geol. Wanderungen. Von Dr. Th. Brandes. Kart. . . . . . M. —.50

„Ein Heft, das in die Tasche jedes Wanderers gehört, der sich für Geologie interessiert. Es ist ein praktisches ‚Vademekum' für Geologen und verdient weiteste Verbreitung."
(Die Mittelschule.)

**Unsere Kohlen.** Von Bergassessor P. Kukuk. Mit 69 Abb. Geh. M. 1.20, geb. M. 1.50

„Eine vortreffliche Darstellung alles Wissenswerten über die Kohlen mit Einschluß des Torfes... Die Textfiguren sind vorzüglich, die Karten und die Formationsgliederung des Carbons sehr übersichtlich."
(Geol. Rundschau.)

**Die deutschen Salzlagerstätt[en].** Ihr Vorkommen, ihre Entstehung und Verwertung ihrer Produkte in Industrie Landwirtschaft. Von Dr. Carl Riemann. 27 Abb. Geh. M. 1.20, geb. . . . M.

Behandelt die Entstehung der Salzla[ger]stätten, die Gewinnung der verschiede[nen] Salze, deren Verarbeitung und Verwend[ung] in Landwirtschaft und Industrie.

**Die Oberflächengestaltung d[es] norddeutschen Flachland[es].** I. Teil: Das Gebiet zwischen Elbe und O[der]. Von Dr. E. Wunderlich. Geh. . . . M.

Ausgehend von den in den letzten Jah[ren] gewonnenen stratigraphisch-geologischen [Er]gebnissen sucht Verf. an der Hand einer sy[ste]matischen Analyse der verschiedenen Geb[iete] in der Hauptsache die Frage zu beantwor[ten], ob das Relief Norddeutschlands ausschließ[lich] durch die letzte Vereisung bedingt ist oder [mit] dem Ausdehnungsbereich verschiedener Ve[r]eisungen in genetischer Beziehung steht.

**Beiträge zur Kenntnis der Ei[s]zeit im Kaukasus.** Von Privatdoz[ent] Dr. A. von Reinhard. Mit 1 Karte, 9 A[bb.] u. 9 Profilen auf 3 Tafeln. Geh. M.

„Verf. hat während 4 Jahren das Kau[ka]susgebirge durchforscht und vor allem [die] Teile, über die noch wenig zusammenh[än]gende Beobachtungen vorlagen. Wir erhal[ten] somit einen guten Überblick über die G[e]samterscheinung." (Geolog. Rundscha[u.)]

**Geographische Abhandlunge[n],** hrsg. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Pen[ck], Berlin. In zwangl., einz. käufl. Bänden [bzw.] Heften. Mit v. Abb., Kart. u. Plänen. gr. 8. Ge[h.] I. Bd. 3 Hefte. 1886/87. M. 20.— II. Bd. 3 He[fte.] 1887/88. M. 23.— III. Bd. 3 Hefte. 1888/89. M. IV. Bd. 2 Hefte. 1889/90. M. 20.— V. Bd. 5 He[fte.] 1891/96. M. 20.— VI. Bd. 3 Hefte (mit Atl[as]) 1896/98. M. 39.70. VII. Bd. 4 Hefte. 1900 M. 16.20. VIII. Bd. 3 Hefte. 1902/05. M. 22 IX. Bd. 1907. 1. Heft. 2. Heft je M. 6.— 19 3. Heft M. 8. X. Bd. 1914. 1. Heft M. 10.— 2. H[eft] M. 3.60. Neue Folge. Veröffentlichungen [des] geograph. Instituts a. d. Univers. Berl[in]. 1. Heft. 2. Heft je M. 6.— 3. Heft M. 5.20. (D[ie] Sammlung wird fortgesetzt.)

Die „Geographischen Abhandlungen" bi[l]den eine Serie wissenschaftlicher Untersuchu[n]gen aus dem Gesamtgebiete der Geographi[e]. Ihr Gegenstand ist sowohl dem Bereiche d[er] allgemeinen Erdkunde wie auch dem der Lä[n]derkunde, dann und wann dem der Geschich[te] der geographischen Wissenschaft entnomme[n]. Hefte verwandten Inhalts werden zu Bä[n]den vereinigt. Jährlich wird mindestens [ein] Heft und nicht mehr als ein Band erschein[en].

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berli[n]

# Allgemeine Erdkunde

Bände. (ANuG Bd. 625—632.) Jeder Band mit Abbildungen. Geheftet je M. 1.20, gebunden je M. 1.50

Bd. Die Erde, ihre Bewegungen u. ihre Eigenschaften (math. Geographie u. Geonomie). Von Admiralitätsrat Prof. Dr. E. Kohlschütter . . (Bd. 625.)

Bd. D. Atmosphäre d. Erde (Klimatologie, Meteorologie). V. Prof. O. Baschin. (Bd. 626)

Bd. Geomorphologie. Von Prof. F. Machatschek . . . . . . . (Bd. 627.)

Bd. Physiogeographie des Süßwassers. V. Prof. F. Machatschek. (Bd. 628.)

V. Bd. Die Meere. Von Prof. Dr. A. Merz . . . . . . . . (Bd. 629.)

VI. Bd. Die Verbreitung d. Pflanzen. Von Dr. Brockmann-Jerosch. (Bd. 630.)

VII. Bd. Die Verbreitung der Tiere. Von Dr. W. Knopfli . . . . . (Bd. 631.)

VIII. Bd. Die Verbreitung des Menschen auf der Erdoberfläche (Anthropogeographie). Von Prof. Dr. A. Krebs. (Bd. 632.)

# Vermessungs- und Kartenkunde

Bände. (ANuG Bd. 606—612.) Jeder Band mit Abbildungen. Geheftet je M 1.20, gebunden je M. 1.50

Geographische Ortsbestimmung. Von Prof. Schmauder . . . . . (Bd. 606.)

Erdmessung. V. Prof. Dr. O. Eggert. (607.)

Landmessung. Von Steuerrat Suckow. (Bd. 608.)

Ausgleichungsrechnung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. E. Hegemann . . . (Bd. 609.)

Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie. Von Dipl.-Ing. Hermann Lüscher. . . . . . . . . . . (Bd. 610.)

Kartenkunde. Von Finanzrat Dr.-Ing. A. Egerer. I. Einführung in das Kartenverständnis. II. Kartenherstellung (Landesaufnahme). . . . . . . . . . (Bd. 611/612.

# Die Länderkunden

Aus der Sammlg. „Aus Natur u. Geisteswelt", geh. je M.1.20, geb. je M.1.50

Belgien. V. Dr. V. Oßwald. 3. A. M. 4 K. (501.)

Das Ostseegebiet. V. Prof. Dr. G. Braun. (Bd. 367.)

Die Ostmark. Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgeschichte. Von Prof. Dr. W. Mitscherlich. . . (Bd. 351.)

Die Baltischen Provinzen. Von Dr. V. Tornius. 2. A. M. 8 Abb. u. 2 Kartskizz. (542.)

Polen. Mit einem geschichtl. Überblick über d. poln.-ruthenische Frage. V. Prof. Dr. R. F. Kaindl. 2., verb. Aufl. M. 6 Kart. (Bd. 547.)

Die Ukraine. Von A. Schmidt. (Bd. 702.)

Finnland. V. Lektor J. Öhquist. (Bd. 700.)

Rußland. Geschichte, Staat u. Kultur. Von Dr. A. Luther. . . . . . . . . (Bd. 563.)

Indien. Von Prof. Dr. S. Konow. (Bd. 614.)

Bulgarien. V. Priv.-Doz. Dr. H. Grothe. (Bd. 597.)

Neugriechenland. V. Prof. Dr. A. Heisenberg . . . . . . . . (Bd. 613.)

Die Türkei. V. Reg.-Rat P. R. Krause. 2. A. M. 2 Karten im Text u. auf 1 Taf. (Bd. 469.)

Böhmen. V. Prof. Dr. R. F. Kaindl. (Bd. 701.)

Die Schweiz. V. Reg.- u. Ständerat Prof. Dr. O. Wettstein. Mit 1 Karte . . . (Bd. 482.)

Die Alpen. V. H. Reishauer. 2. A., neubearb. von Dr. H. Slanar. Mit 26 Abb. und 2 Karten. . . . . . . . . . . (Bd. 276.)

Island. Das Land und das Volk. Von Prof. Dr. P. Herrmann. Mit 9 Abb. (Bd. 461.)

Australien und Neuseeland. Von Prof. Dr. R. Schachner. Mit 23 Abb. (Bd. 366.)

# Die Kriegsschauplätze

Hrsg. von Dr. A. Hettner, o. Prof. der Geographie an d. Univ. Heidelberg

Heft 1. Übersicht von Prof. Dr. A. Hettner. — Der Kriegsschauplatz des Seekrieges in der Nordsee und im Kanal. Von Prof. Dr. L. Mecking.

Heft 2. Der französisch-belgische Kriegsschauplatz. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Philippson. Mit 1 geol. Karte, 1 Profiltafel und 1 Formationstabelle. Geh. . . . . . . . . . . . . . M. 1.80

Heft 3. Der östl. Kriegsschauplatz. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. J. Partsch. Geh. M. 2.—

Heft 4. Die Kriegsschauplätze auf der Balkanhalbinsel. V. Prof. Dr. N. Krebs u. Prof. Dr. G. Braun. M. 2 Karten. M. 2.40

Heft 5. Der Kriegsschauplatz in Armenien u. Mesopotamien. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. Fr. Frech. Mit 13 Abb. auf 4 Tafeln sowie 3 Kartenskizzen. Geh. M. 2.40

Heft 6. Das österreichisch-italienische Grenzgebiet. Von Prof. Dr. N. Krebs. Geh. . . . . . . . . . . . . . M. 1.10

Auf sämtliche Preise Teuerungszuschläge des Verlages und der Buchhandlungen

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

## II. Pädagogik und Bildungswesen.

**Erziehung. E. zur Arbeit.** Von Prof. Dr. Edv. Lehmann. (Bd. 459.)
— **Deutsche E. in Haus u. Schule.** Von Rektor J. Tews. 3. Aufl. (Bd. 159.)
— siehe auch Großstadtpädagogik.
**Fortbildungsschulwesen, Das deutsche.** Von Dir. Dr. F. Schilling. (Bd. 256.)
**Fröbel, Friedrich.** Von Dr. Joh. Prüfer. Mit 1 Tafel. (Bd. 82.)
**Großstadtpädagogik.** V. Rektor J. Tews. (Bd. 327.)
— siehe Erzieh., Schulkämpfe d. Gegenw.
**Handschriftenbeurteilung. Die.** Eine Einführ. in die Psychol. der Handschrift. V. Prof. Dr. G. Schneidemühl. Mit 51 Handschriftennachbild. i. T. u. 1 Taf. 2., durchges. u. erw. Aufl. (Bd. 514.)
**Herbarts Lehren und Leben.** Von Pastor O. Flügel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis Herbarts. (Bd. 164.)
**Hilfsschulwesen, Vom.** Von Rektor Dr. B. Maennel. (Bd. 73.)
**Hochschulen f. Techn. Hochschulen u. Univ.**
**Jugendpflege.** Von Fortbildungsschullehrer W. Wiemann. (Bd. 434.)
**Leibesübungen** siehe Abt. V.
**Mädchenschule, D. höhere, in Deutschland.** V. Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)
**Mittelschule f. Volks- u. Mittelschule.**
**Pädagogik, Allgemeine.** Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 4. Aufl. (Bd. 33.)
— **Experimentelle P.** mit bes. Rücksicht auf die Erzieh. durch die Tat. Von Dr. W. A. Lay. 3., verb. Aufl. Mit 6 Textabbildungen. (Bd. 224.)
— f. Erzieh., Großstadtpäd., Handschriftenbeurteilung, Psychol., Veranlag. u. Vererb. Abt. I.
**Pestalozzi.** Leben und Ideen. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. P. Natorp. 3. Aufl. Mit Bildn. u. 1 Briefsaksimile. (Bd. 250.)
**Rousseau.** Von Prof. Dr. P. Hensel. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 180.)
**Schule** siehe Fortbildungs-, Hilfsschulwes., Techn. Hoch-, Mädch.-, Volksschule, Univ.
**Schulhygiene.** Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 3 Aufl. M. 33 Fig. (Bd. 96.)
**Schulkämpfe der Gegenwart.** Von Rektor J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 111.)
— siehe Erziehung, Großstadtpäd.
**Student, Der Leipziger, von 1409 bis 1909.** Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)
**Studententum, Geschichte des deutschen St.** Von Dr. W. Bruchmüller. (Bd. 477.)
**Techn. Hochschulen in Nordamerika.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. S. Müller. M. zahlr. Abb., Karte u. Lagepl. (190.)
**Universität, über Universitäten u. Universitätsstud.** V. Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit 1 Bildn. Humboldts. (Bd. 411.)
— **Die amerikanische U.** V. Prof. Ph. D. E. D. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)
**Unterrichtswesen, Das deutsche, der Gegenwart.** Von Geh. Studienrat Oberrealschuldir. Dr. K. Knabe. (Bd. 299.)
**Volksbildungswesen, Das moderne.** Von Stadtbibl. Dr. G. Fritz. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)
**Volks- und Mittelschule, Die preußische,** Entwicklung und Ziele. Von Geh. Reg.- u. Schulrat Dr. A. Sachse. (Bd. 432.)
**Zeichenkunst. Der Weg zur Z.** Ein Büchlein für theoretische u. praktische Selbstbildung. Von Dr. E. Weber. 2. Aufl. Mit 81 Abb. und 1 Farbtaf. (Bd. 430.)

## III. Sprache, Literatur, Bildende Kunst und Musik.

**Architektur** siehe Baukunst und Renaissancearchitektur.
**Ästhetik.** Von Prof. Dr. R. Hamann. 2. Aufl. (Bd. 345.)
— siehe auch Poetik u. Abt. I.
**Baukunst. Deutsche B. im Mittelalter.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. I. Von d. Anf. b. z. Ausgang d. roman. Baukunst. 4. Aufl. Mit 42 Abb. i. T. u. auf 1 Doppeltafel. II. Gotik u. „Spätgotik". 4. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 8/9.)
— **Deutsche Baukunst seit d. Mittelalter b. z. Ausg. d. 18. Jahrh.** Renaissance, Barock, Rokoko. Von Geh. Reg.-Rat. Prof. Dr. Matthaei. 2. Aufl. Mit Abb. u. Tafeln. (Bd. 326.)
— **Deutsche B. im 19. Jahrh.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 35 Abb. (Bd. 453.)
— siehe auch Renaissancearchitektur.
**Beethoven** siehe Haydn.
**Bildende Kunst, Bau und Leben der b. K.** Von Dir. Prof. Dr. Th. Volbehr. 2. Aufl. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)
— siehe auch Baukunst, Griech. Kunst, Impressionismus, Kunst, Maler, Malerei, Stile.
**Björnson** siehe Ibsen.
**Buch. Wie ein Buch entsteht** siehe Abt. VI.
— f. auch Schrift- u. Buchwesen Abt. IV.
**Dekorative Kunst des Altertums.** Dir. Von Dr. Fr. Poulsen. Mit 112 Abb. (Bd. 454.)
**Deutsch** siehe Baukunst, Drama, Frauendichtung, Heldensage, Kunst, Literatur, Lyrik, Maler, Malerei, Personennamen, Romantik, Sprache, Volkslied, Volkssage.
**Drama, Das.** Von Dr. B. Busse. Mit 3 Abb. 3 Bde. I: Von d. Antike z. franz. Klassizismus. 2. Aufl., neubearb. von Oberl. Dr. Riedlich, Prof. Dr. R. Immelmann u. Prof. Dr. Glaser. II: Von Versailles bis Weimar. III: Von der Romantik zur Gegenwart. (Bd. 287/289.)

**Drama.** D. dtsche. D. d. 19. Jahrh. J. s. Entwickl. dgest. v. Prof. Dr. G. Witkowski. 4. Aufl. M. Bildn. Hebbels. (Bd. 51.)
— siehe auch Grillparzer, Hauptmann, Hebbel, Ibsen, Lessing, Literatur, Schiller, Shakespeare, Theater.

**Dürer, Albrecht.** V. Prof. Dr. R. Wustmann. 2. Aufl. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Matthaei. Mit Titelb. u. zahlr. Abbildungen. (Bd. 97.)

**Französisch** siehe Roman.

**Frauendichtung.** Geschichte der deutschen F. seit 1800. Von Dr. H. Spiero. Mit 3 Bildnissen auf 1 Tafel. (Bd. 390.)

**Fremdwortkunde.** Von Dr. Elise Richter. (Bd. 570.)

**Gartenkunst** siehe Abt. VI.

**Griech. Komödie, Die.** V. Geh.-Rat. Prof. Dr. A. Körte. M. Titelb. u. 2 Taf. (400.)

**Griechische Kunst.** Die Blütezeit der g. K. im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einf. i. d. griech. Plastik. V. Prof. Dr. H. Wachtler. 2. A. M. zahlr. Abb. (272.)
— siehe auch Dekorative Kunst.

**Griechische Tragödie, Die.** Von Prof. Dr. J. Geffcken. Mit 5 Abb. i. Text u. auf 1 Tafel. (Bd. 566.)

**Grillparzer, Franz.** Der Mann u. d. Werk. V. Prof. Dr. A. Kleinberg. M. Bildn. [(Bd. 513.)

**Gudrun** siehe Nibelungenlied.

**Harmonielehre.** Von Dr. H. Scholz. (Bd. 560.)

**Harmonium** s. Tasteninstrum.

**Hauptmann, Gerhart.** V. Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. 2., verb. u. verm. Aufl. (Bd. 283.)

**Haydn, Mozart, Beethoven.** Von Prof. Dr. C. Krebs. 2. Aufl. M. 4 Bildn. (92.)

**Hebbel, Friedrich.** Von Geh. Hofrat Prof. Dr. O. Walzel. M. 1 Bildn. 2. Aufl. (Bd. 408.)

**Heldensage, Die germanische.** Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd. 486.)
— siehe auch Volkssage.

**Homerische Dichtung, Die.** Von Rektor Dr. G. Finsler. (Bd. 496.)

**Ibsen, Björnson u. s. Zeitgenossen.** Von Prof. Dr. B. Kahle. 2. Aufl. v. Dr. G. Morgenstern. M. 7 Bildn. (Bd. 193.)

**Impressionismus.** Die Maler des J. Von Prof. Dr. B. Lázár. Mit 32 Abb. u. 1 farb. Tafel. (Bd. 395.)

**Instrumente** s. Tasteninstrum., Orchester.

**Klavier** siehe Tasteninstrumente.

**Komödie** siehe Griech. Komödie.

**Kunst.** Das Wesen der deutschen bildenden K. Von Geh. Rat Prof. Dr. H. Thode. (Bd. 585.)
— **Deutsche K. im tägl. Leben bis zum Schlusse d. 18. Jahrh.** V. Prof. Dr. B. Haendcke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)
— s. a. Bauk., Bild., Dekor., Griech. K.; Pompeji, Stile; Gartenk. Abt. VI.

**Kunstpflege in Haus und Heimat.** Von Superint. R. Bürkner. 3. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)

**Lessing.** Von Dr. Ch. Schrempf. Mi[t] einem Bildnis. (Bd. 403.)

**Literatur.** Entwickl. der deutsch. L. s[eit] Goethes Tod. V. Dr. W. Brecht. (595.)

**Lyrik.** Geschichte d. deutsch. L. s. Claudius V. Dr. H. Spiero. 2. Aufl. (Bd. 254.)
— siehe auch Frauendichtung, Literatur, Minnesang, Volkslied.

**Maler.** Die altdeutschen, in Süddeutsch[-] land. Von H. Nemitz. Mit 1 Abb. [...] Text und Bilderanhang. (Bd. 464.)
— s. a. Michelangelo, Impression.

**Malerei.** Die deutsche, im 19. Jahrh. V[on] Prof. Dr. R. Hamann. 2 Bände Text 2 Bände mit 57 ganzseitigen und 2[...] halbseitigen Abb., auch in 1 Halbperga[-] mentbd. zu M. 7.—. (Bd. 448—451.)
— **Niederländische M. im 17. Jahrh.** V[on] Prof. Dr. H. Jantzen. Mit 37 Abb. [(Bd. 373.)
— siehe auch Rembrandt.

**Märchen** s. Volksmärchen.

**Michelangelo.** Eine Einführung in d[as] Verständnis seiner Werke. V. Prof. [Dr.] E. Hildebrandt. Mit 44 Abb. (392.)

**Minnesang.** Die Liebe im Liede des deu[t-] schen Mittelalters. Von Dr. J. [W.] Bruinier. (Bd. 404.)

**Mozart** siehe Haydn.

**Musik.** Die Grundlagen d. Tonkunst. Ver[-] such einer entwicklungsgesch. Darstell. [d.] allg. Musiklehre. Von Prof. Dr. [H.] Rietsch. 2. Aufl. (Bd. 178.)
— **Musikalische Kompositionsformen.** [V.] S. G. Kallenberg. Band I: Die elementar. Tonverbindungen als Grund[-] lage d. Harmonielehre. Bd. II: Kontra[-] punktik u. Formenlehre. (Bd. 412. 413.)
— **Geschichte der Musik.** Von Dr. [A.] Einstein. (Bd. 438.)
— Beispielsammlung zur älteren Musi[k-] geschichte. V. Dr. A. Einstein. (439.)
— **Musikal. Romantik.** Die Blütezeit d. [m.] R. in Deutschland. Von Dr. E. Istel. Mit 1 Silhouette. (Bd. 239.)
— s. a. Haydn, Mozart, Beethoven, Oper, Orchester, Tasteninstrumente, Wagner.

**Mythologie, Germanische.** Von Prof. Dr. J. v. Negelein. 2. Aufl. (Bd. 95.)
— siehe auch Volkssage, Deutsche.

**Nibelungenlied. Das, u. d. Gudrun.** V[on] Prof. Dr. J. Körner. (Bd. 591.)

**Niederländische Malerei** s. Malerei.

**Novelle** siehe Roman.

**Oper. Die moderne.** Vom Tode Wagner[s] bis zum Weltkrieg (1883—1914). V[on] Dr. E. Istel. Mit 3 Bildn. (Bd. 495.)
— siehe auch Haydn, Wagner.

**Orchester.** D. Instrumente d. O. V. Prof. Dr. Fr. Volbach. M. 60 Abb. (Bd. 384.)
— **Das moderne Orchester in seiner Ent[-] wicklung.** V. Prof. Dr. Fr. Volbach. [M.] Partiturbeisp. u. Taf. 2. Aufl. (Bd. 308.)

**Orgel** siehe Tasteninstrumente.

**Personennamen, D. deutsch.** V. Geh. Stu[-] dienrat A. Bähnisch. 2. A. (Bd. 296.)

## IV. Geschichte, Kulturgeschichte und Geographie.

**Bismarck und seine Zeit.** Von Professor Dr. V. Valentin. Mit einem Titelbild. 4., durchges. Aufl. (Bd. 500.)

**Böhmen.** Von Prof. Dr. R. F. Kaindl. (Bd. 701.)

**Brandenburg.-preuß. Gesch.** Von Kgl. Archivar Dr. Fr. Israel. 2 Bde. I. V. d. ersten Anfängen b. z. Tode König Fr. Wilhelms I. 1740. II. Von dem Regierungsantritt Friedrichs d. Gr. bis zur Gegenwart. Bd. 440/441.)

**Bulgarien.** V. Priv.-Doz. Dr. H. Grothe. (Bd. 597.)

**Bürger im Mittelalter** s. Städte.

**Byzant. Charakterköpfe.** Von Dr. phil. K. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)

**Calvin, Johann.** Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. 2 Aufl. (Bd. 247.)

**Christentum u. Weltgeschichte seit der Reformation.** Von Prof. D. Dr. K. Sell. 2 Bde. (Bd. 297/298.)

**Deutsch** siehe Bauernhaus, Bauernstand, Dorf, Feste, Frauenleben, Geschichte, Handel, Handwerk, Reich, Staat, Städte, Verfassung, Verfassungsr., Volksstämme, Volkstrachten, Wirtschaftsleben usw.

**Deutschtum im Ausland, Das, vor dem Weltkriege.** Von Prof. Dr. R. Hoeniger. 2. Aufl. (Bd. 402.)

**Dorf, Das deutsche.** V. Prof. R. Mielke. 2. Aufl. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)

**Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch.** Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. M. 24 Abbildungen. (Bd. 302.)

**Entdeckungen. Das Zeitalter der E.** Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltkarte. (Bd. 26.)

**Erde** siehe Mensch u. E.

**Erdkunde, Allgemeine.** 8 Bde. Mit Abb. I. Die Erde, ihre Bewegungen u. ihre Eigenschaften (math. Geographie u. Geonomie). Von Admiralitätsrat Prof. Dr. E. Kohlschütter. (Bd. 625.) II. Die Atmosphäre der Erde (Klimatologie, Meteorologie). Von Prof. O. Baschin. (Bd. 626.) III. Geomorphologie. Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 627.) IV. Physiogeographie des Süßwassers. Von Prof. F. Machatschek. (Bd. 628.) V. Die Meere. Von Prof. Dr. A. Merz. (Bd. 629.) VI. Die Verbreitung der Pflanzen. Von Dr. Brockmann-Jerosch. (Bd. 630.) VII. Die Verbreitg. d. Tiere. V. Dr. W. Knopfli. (Bd. 631.) VIII. Die Verbreitg. d. Menschen auf d. Erdoberfläche (Anthropogeographie). V. Prof. Dr. N. Krebs. (Bd. 632.)

**Europa. Vorgeschichte E.'s.** Von Prof. Dr. H. Schmidt. (Bd. 571/572.)

**Familienforschung.** Von Dr. E. Devrient. M. Abb. u. Taf. 2. Aufl. (350.)

**Feldherren, Große.** Von Major F. C. Endres. (Bd. 687/688.)

**Feste, Deutsche, u. Volksbräuche.** V. Priv.-Doz. Dr. E. Fehrle. M. 30 Abb. (Bd. 518.)

**Finnland.** Von Lektor F. Ohquist. (700.)

**Französische Geschichte.** I.: Das französische Königstum. Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 574.)

— siehe auch Napoleon, Revolution.

**Frauenbewegung. Die moderne.** Ein geschichtlicher Überblick Von Dr. K. Schirmacher. 2. Aufl (Bd. 67.)

**Frauenleben, Deutsch., i. Wandel d. Jahrhunderte.** Von Geh. Schulrat Dr. Ed. Otto. 3. Aufl. 12 Abb. i. T. (Bd. 45.)

**Friedrich d. Gr.** V. Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. A. M. 2 Bildn. (Bd. 246.)

**Gartenkunst. Gesch. d. G.** V. Baurat Dr.-Ing. Chr. Ranck. M. 41 Abb. (274.)

**Geographie der Vorwelt** (Paläogeographie). Von Priv.-Doz. Dr. E. Dacqué. Mit 21 Abb. (Bd. 619.)

**Geologie** siehe Abt. V.

**German. Heldensage** s. Heldensage.

**Germanische Kultur in der Urzeit.** Von Bibliotheksdir. Prof. Dr. G. Steinhausen. 3. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)

**Geschichte, Deutsche, im 19. Jahrh. b. z. Reichseinheit.** V. Prof. Dr. R. Schwemer. 3 Bde. I.: Von 1800–1848. Restauration und Revolution. 3. Aufl. (Bd. 37.) II.: Von 1848–1862. Die Reaktion und die neue Ära. 2. Aufl. (Bd. 101.) III.: Von 1862–1871. V. Bund z. Reich. 2. Aufl. (Bd. 102.)

**Griechentum. Das G. in seiner geschichtlichen Entwicklung.** Von Prof. Dr. R. v. Scala. Mit 46 Abb. (Bd. 471.)

**Griechische Städte.** Kulturbilder aus gr. St. Von Professor Dr. E. Ziebarth. 2. A. M. 23 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 131.)

**Handel.** Geschichte d. Welthandels. Von Realgymnasial-Dir. Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)

— **Geschichte des deutschen Handels seit d. Ausgang des Mittelalters.** Von Dir. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)

**Handwerk. Das deutsche. in seiner kulturgeschichtl. Entwickl.** Von Geh. Schulrat Dr. E. Otto. 4. Aufl. Mit 33 Abb. auf 12 Tafeln. (Bd. 14.)

— siehe auch Dekorative Kunst Abt. III.

**Haus. Kunstpflege in Haus u. Heimat.** V. Superint. R. Bürkner. 3. Aufl. Mit Abb. (Bd. 77.)

— siehe auch Bauernhaus, Dorf.

**Heldensage, Die germanische.** Von Dr. J. W. Bruinier. (Bd. 486.)

**Hellenist.-röm. Religionsgeschichte** s. Abt. I.

**Japaner, Die, i. d. Weltwirtschaft.** V. Prof. Dr. K. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)

**Jesuiten, Die.** Eine hist. Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 4. Aufl. (Bd. 49.)

**Indien.** Von Prof. Dr. Sten Konow. (Bd. 614.)

**Indogermanenfrage.** Von Dir. Dr. R. Agahd. (Bd. 594.)

**Internationale Leben, Das, der Gegenw.** Von Dr. h. c. A. H. Fried. M. 1 Taf. (Bd. 226.)

**Island**, d. Land u. d. Volk. V. Prof. Dr. P. Herrmann. M. 9 Abb. (Bd 461.)

**Kaisertum und Papsttum.** Von Prof. Dr. A. Hofmeister. (Bd. 576.)

**Kartenkunde.** Vermessungs- u. K. 6 Bde. Mit Abb. I. Geogr. Ortsbestimmung. Von Prof. Schmauder. (Bd. 606.) II. Erdmessung. Von Prof. Dr. O. Eggert. (Bd. 607.) III. Landmessung. Von Steuerrat Suckow. (Bd. 608.) IV. Ausgleichungsrechnung. Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Hegemann. (Bd. 609.) V. Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie. Von Diplom-Ing. H. Lüscher. (Bd. 610.) VI. Kartenkunde. Von Finanzrat Dr.-Ing. A. Egerer. 1. Einführ. i. d. Kartenverständnis. 2. Kartenherstellung (Landesaufn.). (Bd. 611/612.)

**Kirche** s. Staat u. K.

**Kolonialgeschichte, Allgemeine.** Von Prof. Dr. F. Keutgen. 2 Bde. (Bd. 545/546.)

**Kolonien, Die deutschen.** (Land u. Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 3. Aufl. Mit 28. Abb. u. 8 Karten. (Bd. 98.)

**Königstum. Französisches.** Von Prof. Dr. R. Schwemer (Bd 574.)

**Krieg und Sieg.** Eine kurze Darstellung der mod. Kriegskunst. Von Major a. D. C. F. Endres. (Bd. 519.)

— **Kulturgeschichte d. Krieges.** Von Prof. Dr. K. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Bethe, Prof. Dr. B. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. Dr. P. Herre. (Bd. 561.)

— **Der Dreißigjährige Krieg.** Von Dr. Fritz Endres. (Bd. 577.)

— s. auch Feldherren.

**Kriegsschiffe, Unsere.** Ihre Entstehung u. Verwendung. V. Geh. Mar.-Baur. a. D. E. Krieger. 2. Aufl. v. Geh. Mar.-Baur. Fr Schürer. M. 60 Abb. (389.)

**Luther.** Martin L. u. d. dtsche. Reformation. Von Prof. Dr. W. Köhler. M. 1 Bildn. Luthers. 2., verb. Aufl. (Bd. 515.)

— s. auch Von L. zu Bismarck.

**Marx, Karl.** Versuch einer Einführung. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (621.)

**Mensch u. Erde.** Skizzen v. den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Geh. Rat Prof Dr. A Kirchhoff. 4. Aufl.

— s. a. Eiszeit; Mensch Abt V. (Bd. 31.)

**Mittelalter.** Mittelalterl. Kulturideale. V. Prof. Dr. V. Vedel. I.: Heldenleben. II: Ritterromantik. (Bd. 292, 293.)

— s. auch Städte u. Bürger i M.

**Moltke.** V Kaiserl. Ottoman. Major a. D. F C. Endres. Mit 1 Bildn. (Bd. 415.)

**Münze.** Grundriß d Münzkunde. 2. Aufl. I. Die Münze nach Wesen, Gebrauch u. Bedeutg. V. Hofrat Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. M. 53 Abb. II. Die Münze v. Altertum b. z. Gegenw. Von Prof. Dr H. Buchenau. (Bd. 91. 657.)

— s. a. Finanzwiss., Geldwesen Abt. VI.

**Mykenische Kultur, Die.** Von Prof Dr. F. C. Lehmann-Haupt. (Bd. 581.)

**Mythologie** s. Abt. I.

**Napoleon I.** Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 195.)

**Nationalbewußtsein** siehe Volk.

**Natur u. Mensch.** V. Realgymnasial-Dir. Prof. Dr. M. G. Schmidt. M. 19 Abb. (Bd. 458.)

**Naturvölker.** Die geistige Kultur der N. V. Prof. Dr. K. Th. Preuß. M. 9 Abb.

— s. a. Völkerkunde, allg. (Bd. 452.)

**Neugriechenland.** Von Prof. Dr. A. Heisenberg. (Bd. 613.)

**Neuseeland** s. Australien.

Orient s. Indien, Palästina, Türkei.

Österreich. Ö.s innere Geschichte von 1848 bis 1895. V. R. Charmatz. 3., veränd. Aufl. I. Die Vorherrschaft der Deutschen. II. Der Kampf der Nationen. (651/652.)

— **Geschichte der auswärtigen Politik Ö.s im 19. Jahrhundert.** V. R. Charmatz. 2., veränd. Aufl. I. Bis zum Sturze Metternichs. II. 1848—1895. (653/654.)

— **Österreichs innere u. äußere Politik von 1895—1914.** V. R. Charmatz. (655.)

Ostmark s. Abt. VI.

**Ostseegebiet, Das.** V. Prof. Dr. G. Braun. M. 21 Abb. u. 1 mehrf. Karte. (Bd. 367.)

— s. auch Baltische Provinzen, Finnland.

**Palästina und seine Geschichte.** Von Prof. Dr. H. Frh. von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ans. (Bd. 6.)

— **P. u. s. Kultur in 5 Jahrtausenden.** Nach d. neuest. Ausgrab. u. Forschungen dargest. von Prof. Dr. P. Thomsen. 2., neubearb. Aufl. Mit 37 Abb. (260.)

**Papsttum** s. Kaisertum.

Papyri s. Antikes Leben.

**Polarforschung.** Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- u. Südpol v. d. ältest. Zeiten bis zur Gegenw. V. Prof. Dr. K. Hassert. 3. Aufl. M. 6 Kart. (Bd. 38.)

**Polen.** Mit einem geschichtl. Überblick üb. d. polnisch-ruthen. Frage. V. Prof. Dr. R. F. Kaindl. 2., verb. Aufl. M. 6 Kart. (547.)

**Politik.** V. Dr. A. Grabowsky. (Bd. 537.)

— **Umrisse der Weltpolitik.** V. Prof. Dr. J. Hashagen. 3 Bde. I: 1871 bis 1907. 2. Aufl. II: 1908—1914. 2. Aufl. III. D. polit. Ereign. währ. d. Krieges. (Bd. 553/555.)

— **Politische Geographie.** Von Prof. Dr. E. Schöne. Mit 7 Kart. (Bd. 353.)

— **Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrhundert.** Von Prof. Dr. K. Th. v. Heigel. 4. Aufl. von Dr. Fr. Endres. (Bd. 129.)

**Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien.** Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 3. Aufl. Mit 62 Abb. i. T. u. auf 1 Taf., sowie 1 Plan. (Bd. 114.)

**Preußische Geschichte** s. Brandenb.-pr. G.

**Reaktion und neue Ära** s. Gesch., deutsche.

**Reformation** s. Calvin, Luther.

**Reich.** Das Deutsche R. von 1871 b. z. Weltkrieg. V. Archivar Dr. F. Israel. (575.)

**Religion** s. Abt. I.

**Restauration und Revolution** siehe Geschichte. deutsche.

**Revolution.** Geschichte der Französ. R. V Prof Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit 8 Bildn. (Bd. 346.)

— **1848.** 6 Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 3. Aufl. (Bd. 53.)

**Rom. Das alte Rom.** Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. O Richter. Mit Bilderanhang u. 4 Plänen. (Bd. 386.)

— **Soziale Kämpfe i. alt. Rom.** V. Privatdozent Dr. L Bloch. 3. Aufl. (Bd. 22.)

— **Roms Kampf um die Weltherrschaft.** V. Prof. Dr. J. Kromayer. (Bd. 368.)

**Römer.** Geschichte der R. Von Prof. Dr. R. v. Scala. (Bd. 578.)

— **siehe auch Hellenist.-röm. Religionsgeschichte** Abt I; Pompeji Abt. II.

**Rußland.** Geschichte, Staat, Kultur. Von Dr. A Luther. (Bd. 563.)

**Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit.** Von Prof Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 4.)

— **s. a. Buch. Wie ein B. entsteht.** Abt. VI.

**Schweiz.** Die. Land, Volk, Staat u Wirtschaft. Von Reg.- u. Ständerat Prof. Dr. O. Wettstein. Mit 1 Karte. (Bd. 482.)

**Seekrieg** s. Kriegsschiff.

**Sitten und Gebräuche in alter und neuer Zeit.** Von Prof. Dr. E. Samter. (682.)

**Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung.** Von G. Maier. 5. Aufl. (Bd. 2.)

— **s. a.** Marx, Rom; Sozialism. Abt. VI.

**Staat. St. u. Kirche in ihr. gegens. Verhältnis seit d Reformation.** V. Pfarrer Dr. phil. A. Pfannkuche. (Bd. 485.)

**Städte, Die.** Geogr. betrachtet. V. Prof. Dr. K. Hassert. M 21 Abb. (Bd. 163.)

— **Dtsche. Städte u. Bürger i. Mittelalter.** V. Prof. Dr B Heil. 3. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd 43.)

— **Verfassung u. Verwaltung d. deutschen Städte.** V Dr. M. Schmid. (Bd. 466.)

— **Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland.** V. Reg.-Baum. a. D. A. Erbe. M 59 Abb. (Bd. 117.)

— s. a. Griech. Städte. Pompeji, Rom.

**Sternglaube und Sterndeutung.** Die Geschichte u. d. Wesen d. Astrologie. Unt. Mitwirk. v. Geh. Rat Prof. Dr. C. Bezold dargest. v. Geh. Hofr. Prof. Dr. Fr. Boll. M. 1 Sternk. u. 20 Abb. (Bd. 638.)

**Student. Der Leipziger, von 1409 bis 1909.** Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

**Studententum.** Geschichte d. deutschen St. Von Dr W Bruchmüller. (Bd. 477.)

**Türkei, Die.** V. Reg.-Rat P. R. Krause. Mit 2 Karten i. Text und auf 1 Tafel. 2. Aufl. (Bd. 469.)

**Ungarn** siehe Österreich.

**Urzeit** s. german. Kultur in der U.

**Verfassung.** Grundzüge der V. des Deutschen Reiches. Von Geheimrat Prof. Dr. E Löning. 4. Aufl. (Bd. 34.)

**Verfassungsrecht.** Deutsches, in geschichtlicher Entwicklung. Von Prof. Dr. Ed. Hubrich. 2. Aufl. (Bd. 80.)

**Vermessungs- u. Kartenkunde** s. Kartenk.

**Volk.** Vom deutschen V. zum dt. Staat. Eine Gesch d dt. Nationalbewußtseins. V Prof Dr. P. Joachimsen. (Bd. 511.)

**Völkerkunde, Allgemeine.** I: Feuer, Nahrungserwerb, Wohnung, Schmuck und Kleidung. Von Dr. A. Heilborn. M. 54 Abb. (Bd. 487.) II: Waffen u. Werkzeuge. Industrie, Handel u. Geld, Verkehrsmittel. Von Dr. A. Heilborn. M 51 Abb. (Bd. 488.) III: Die geistige Kultur der Naturvölker. Von Prof Dr. K. Th. Preuß. M. 9 Abb. (Bd. 452.)

**Volksbräuche,** deutsche, siehe Feste.

**Volksstämme.** Die deutschen. und Landschaften. Von Prof Dr. O. Weise. 5., völlig umgearb. Aufl. Mit 30 Abb. i. Text u. auf 20 Taf. u. einer Dialektkarte Deutschlands. (Bd. 16.)

**Volkstrachten.** Deutsche. Von Pfarrer K. Spieß. Mit 11 Abb. (Bd. 342.)

**Vom Bund zum Reich** siehe Geschichte.

**Von Jena bis zum Wiener Kongreß.** Von Prof. Dr. G. Roloff. (Bd. 465.)

**Von Luther zu Bismarck.** 12 Charakterbild. a. deutscher Gesch. V. Prof. Dr. O. Weber. 2 Bde. 2. Aufl. (Bd. 123/124.)

**Vorgeschichte Europas.** Von Prof. Dr. H. Schmidt. (Bd. 571/572.)

**Weltgeschichte** s. Christentum.

**Welthandel** s. Handel.

**Weltpolitik** s. Politik.

**Wirtschaftsgeschichte, Antike.** V. Priv.-Doz. Dr. O. Neurath. 2., umgearb. A. (258.)

— s. a Antikes Leben n. d ägypt. Papyri.

**Wirtschaftsleben, Deutsches.** Auf geogr. Grundl. gesch V. Prof. Dr. Chr. Gruber. 3. Aufl. V Dr. H. Reinlein. (42.)

— s. auch Abt. VI.

## V. Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin.

**Aberglaube, Der, in der Medizin u. s. Gefahr f Gesundh. u. Leben.** V. Prof. Dr. D. v. Hansemann. 2. Aufl. (Bd. 83.)

**Abstammungslehre u. Darwinismus.** V. Pr. Dr. R. Hesse. 5. A. M. 40 Abb. (Bd. 39.)

**Abstammungs- und Vererbungslehre, Experimentelle.** Von Prof. Dr. E. Lehmann. Mit 26 Abb. (Bd. 379.)

**Abwehrkräfte des Körpers, Die.** Eine Einführung in die Immunitätslehre. Von Prof Dr. med. H. Kämmerer. Mit 52 Abbildungen. (Bd. 479.)

**Algebra** siehe Arithmetik.

**Ameisen, Die.** Von Dr. med. H. Brun. (Bd. 601.)

**Anatomie d. Menschen, Die.** V. Prof. Dr. K. v. Bardeleben. 6 Bde. Jeder Bd. mit zahlr. Abb. (Bd. 418/423.) I. Zelle und Gewebe, Entwicklungsgeschichte Der ganze Körper. 3. Aufl. II. Das Skelett. 2. Aufl. III. Das Muskel- u. Gefäßsystem. 2. Aufl. IV. Die Eingeweide (Darm-, Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorgane, Haut). 3. Aufl. V. Nervensystem und Sinnesorgane. 2. Aufl. VI. Mechanik (Statik u. Kinetik) d. menschl. Körpers (der Körper in Ruhe u. Bewegung). 2. Aufl.
— siehe auch Wirbeltiere.

**Aquarium. Das.** Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

**Arbeitsleistungen des Menschen, Die.** Einführ. in d. Arbeitsphysiologie. V. Prof. Dr. H Boruttau. M. 14 Fig. (Bd. 539.)
— **Berufswahl. Begabung u. Arbeitsleistung** in i. gegens. Beziehungen. Von W. J. Ruttmann. Mit 7 Abb. (Bd. 522.)

**Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht.** Von Prof. P. Cranz. 2 Bände. I.: Die Rechnungsarten. Gleichungen 1. Grades mit einer u. mehreren Unbekannten. Gleichungen 2. Grades. 5. Aufl. M. 9 Fig. II.: Gleichungen, Arithmet. u. geometr. Reih. Zinseszins- u. Rentenrechn. Kompl. Zahlen. Binom. Lehrsatz. 4. Aufl. Mit 21 Fig. (Bd. 120. 205.)

**Arzneimittel und Genußmittel.** Von Prof. Dr. O. Schmiedebeeg. (Bd. 363.)

**Arzt. Der.** Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenw. Ein Leitfaden der sozialen Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. 2. Aufl. (Bd. 265.)

**Astronomie.** Probleme d. mod. A. V. Prof. Dr. S. Oppenheim. 11 Fig. (Bd. 355.)
— **Die A. in ihrer Bedeutung für das praktische Leben.** Von Prof. Dr. A. Marcuse. Mit 26 Abb. (Bd. 378.)
— siehe auch Weltall. Weltbild, Sonne, Mond, Planeten; Sternglaube. Abt. I.

**Atome.** Moleküle und Atome. V. Prof. Dr. G. Mie. 4. Aufl. M. Fig. (Bd. 58.)
— s. a. Weltäther.

**Auge. Das. und die Brille.** Von Prof. Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. u. 1 Taf. 2. Aufl. (Bd. 372.)

**Ausgleichungsrechnung** siehe Kartenkunde Abt. IV.

**Bakterien. Die.** im Haushalt und der Natur des Menschen. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (242.)
— Die krankheiterregenden Bakterien. Von Prof. Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)
— s. a. Abwehrkräfte, Desinfektion, Pilze, Schädlinge.

**Bau u. Tätigkeit d. menschl. Körpers.** Einf. in die Physiologie d. Menschen. V. Prof. Dr. H. Sachs. 4. A. M. 34 Abb. (Bd. 32.)

**Begabung** s. Arbeitsleistung.

**Befruchtungsvorgang. Der.** sein Wesen und s. Bedeutung. V. Dr. E. Teichmann. 2. Aufl. M. 9 Abb. u. 4 Doppeltaf. (Bd. 70.)

**Bewegungslehre** s. Mechan., Aufg. a. d. M. I.

**Biochemie.** Einführung in die B. in elementarer Darstellung. Von Prof. Dr. M. Löb. Mit Fig. 2. Aufl. v. Prof. H. Friedenthal. (Bd. 352.)

**Biologie, Allgemeine.** Einführ. i. d. Hauptprobleme d. organ. Natur. V. Prof. Dr. H. Miehe. 2. Aufl. 52 Fig. (Bd. 130.)
—, **Experimentelle.** Regeneration, Transplantat. und verwandte Gebiete. Von Dr. C. Thesing. Mit 1 Tafel und 69 Textabbildungen. (Bd. 337.)
— siehe a. Abstammungslehre, Bakterien, Befruchtungsvorgang, Fortpflanzung, Lebewesen, Organismen, Schädlinge, Tiere, Urtiere.

**Blumen.** Unsere Bl. u. Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. Mit 69 Abb. (Bd. 360.)
— **Uns. Bl. u. Pflanzen i. Zimmer.** V. Prof. Dr. U. Dammer. 65 Abb. (Bd. 359.)

**Blut.** Herz. Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

**Botanik. B. d. praktischen Lebens.** V. Prof. Dr. P Gisevius. M. 24 Abb. (Bd. 173.)
— siehe Blumen, Lebewesen, Pflanzen, Pilze, Schädlinge, Wald; Kolonialbotanik, Tabak Abt. VI.

**Brille. Das Auge und die Br.** Von Prof. Dr. M. v. Rohr. Mit 84 Abb. und 1 Lichtdrucktafel. 2. Aufl. (Bd. 372.)

**Chemie.** Einführung in die allg. Ch. V. Studienrat Dr. B. Bavink. M. 24 Fig. (Bd. 582.)
— **Einführung in die organ. Chemie:** Natürl. u. künstl. Pflanzen- u. Tierstoffe. Von Studienrat Dr. B. Bavink. M. 6 Abb. i. Text. 2. Aufl. (Bd. 187.)
— **Einführung i. d. anorganische Chemie.** V. Studienrat Dr. B. Bavink. (598.)
— **Einführung i. d. analyt. Chemie.** V. Dr. F. Rüsberg. 2 Bde. (Bd. 524, 525.)
— **Die künstliche Herstellung von Naturstoffen.** V. Prof. Dr. E. Rüst. (Bd. 674.)
— **Ch. in Küche und Haus.** Von Dr. J. Klein. 4. Aufl. (Bd. 76.)
— siehe a. Biochemie, Elektrochemie, Luft, Photoch.; Agrikulturch., Sprengstoffe, Technik, Chem. Abt. VI.

**Chirurgie. Die,** unserer Zeit. Von Prof. Dr J Feßler. Mit 52 Abb. (Bd. 339.)

**Darwinismus.** Abstammungslehre und D. Von Prof. Dr. R. Hesse. 5. Aufl. Mit 40 Textabb. (Bd. 39.)

**Desinfektion, Sterilisation und Konservierung.** Von Reg.- u. Med.-Rat Dr. O. Solbrig. M. 20 Abb. i. T. (Bd. 401.)

**Differentialrechnung** unter Berücksichtig. d. prakt. Anwendung in der Technik mit zahlr. Beispielen u. Aufgaben versehen. Von Studienrat Dr. M. Lindow. 2. A. M. 45 Fig. i. Text u. 161 Aufg. (387.)
— siehe a. Integralrechnung.

**Dynamik** s. Mechanik, Aufg. a. d. techn. M. 2. Bd., ebenso Thermodynamik.

**Eiszeit, Die, und der vorgeschichtliche Mensch.** Von Geh. Bergrat Prof. Dr. G. Steinmann. 2. Aufl. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)

**Elektrochemie.** Von Prof. Dr. K. Arndt. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 234.)

**Elektrotechnik, Grundlagen der E.** Von Oberingenieur A. Rotth. 2. Aufl. Mit 74 Abb. (Bd. 391.)

**Energie. D. Lehre v. d. E.** V. Oberlehr. A. Stein. 2. A. M. 13 Fig. (Bd. 257.)

**Entwicklungsgeschichte d. Menschen.** V. Dr. A. Heilborn. M. 60 Abb. (Bd. 388.)

**Erde** s. Weltentstehung u. -untergang.

**Ernährung und Nahrungsmittel.** 3. Aufl. von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. N. Zuntz. Mit 6 Abb. i. T. u. 2 Taf. (Bd. 19.)

**Experimentalchemie** s. Luft usw.

**Experimentalphysik** s. Physik.

**Farben** s. Licht u. F.; s. a. Farben Abt. VI.

**Festigkeitslehre** s. Statik.

**Fortpflanzung. F. und Geschlechtsunterschiede d. Menschen.** Eine Einführung in die Sexualbiologie. V. Prof. Dr. H. Boruttau. 2. Aufl. M. 30 Abb. (Bd. 540.)

**Garten. Der Kleing.** Von Redakteur Joh. Schneider. 2. Aufl. Mit Abb. (498.)

— **Der Hausgarten.** Von Gartenarchitekt W. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)

— siehe auch Blumen, Pflanzen; Gartenkunst, Gartenstadtbewegung Abt. VI.

**Gebiß, Das menschliche, s. Erkrankung u. Pflege.** Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abbildungen. (Bd. 229.)

**Geisteskrankheiten.** V. Geh. Med.-Rat Oberstabsarzt Dr. G. Ilberg. 2. A. (151.)

**Genußmittel** siehe Arzneimittel u. Genußmittel; Tabak Abt. VI.

**Geographie** s. Abt. IV.

— **Math. G.** s. Astronomie u. Erdkunde Abt. IV.

**Geologie, Allgemeine.** Von Geheimem Bergrat Prof. Dr. Fr. Frech. 6 Bde. (Bd. 207/211 u. Bd. 61.) I.: Vulkane einst und jetzt. 3. Aufl. Mit Titelbild u. 78 Abb. II.: Gebirgsbau und Erdbeben. 3., wesentl. erw. Aufl. Mit Titelbild u. 57 Abb. III. Die Arbeit des fließenden Wassers. M. 56 Abb. 3. Aufl. IV.: Die Bodenbildung, Mittelgebirgsformen und Arbeit des Ozeans. Mit 1 Titelbild und 68 Abb. 3., wesentl. erw. Aufl. V. Steinkohle, Wüsten und Klima der Vorzeit. Mit Titelbild und 49 Abb. 2. Aufl. VI. Gletscher einst u. jetzt. M. Titelbild u. 65 Abb. 2. Aufl.

— s. a. Kohlen, Salzlagerstätt. Abt. VI.

**Geometrie. Analyt. G. d. Ebene z. Selbstunterricht.** Von Prof. P. Crantz. Mit 55 Fig. (Bd. 504.)

— **Geometr. Zeichnen.** Von Zeichenlehrer A. Schudeisky. (Bd. 568.)

— s. a. Mathematik, Prakt. M., Planim., Projektionsl., Stereometr., Trigonometr.

**Geomorphologie** s. Allgem. Erdkunde.

**Geschlechtskrankheiten, Die, ihr Wesen, ihre Verbreitg., Bekämpfg. u. Verhütg.** Für Gebildeten aller Stände bearb. v. Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 4. A. Mit 4 Abb. u. 1 mehrfarb. Taf. (251.)

**Geschlechtsunterschiede** s. Fortpflanzung.

**Gesundheitslehre.** Von Obermed.-Rat Prof. Dr. M. v. Gruber. 4. Aufl. Mit 26 Abbildungen. (Bd. 1.)

— **G. für Frauen.** Von Dir. Prof. Dr. R. Baisch. Mit 11 Abb. (Bd. 538.)

— s. a. Abwehrkräfte, Bakterien, Leibesüb.

**Graph. Darstellung, Die.** V. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. M. 100 Abb. (437.)

**Haushalt** siehe Bakterien, Chemie, Desinfektion, Naturwissenschaften, Physik.

**Haustiere. Die Stammesgeschichte unserer H.** Von Prof. Dr. C. Keller. M. Fig. 2. Aufl. (Bd. 252.)

— s. a. Kleintierzucht, Tierzüchtg. Abt. VI.

**Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen.** Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

**Hygiene** s. Schulhygiene, Stimme.

**Hypnotismus und Suggestion.** Von Dr. E. Trömner. 2. Aufl. (Bd. 199.)

**Immunitätslehre** s. Abwehrkräfte d. Körp.

**Infinitesimalrechnung. Einführung in die I.** Von Prof. Dr. G. Kowalewski. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)

**Integralrechnung mit Aufgabensammlung.** V. Studienrat Dr. M. Lindow. 2. Aufl. Mit Fig. (Bd. 673.)

**Kalender, Der.** Von Prof. Dr. W. F. Wislicenus. 2. Aufl. (Bd. 69.)

**Kälte, Die. Wesen, Erzeug. u. Verwert.** Von Dr. H. Alt. 45 Abb. (Bd. 311.)

**Kinematographie** s. Abt. VI.

**Konservierung** siehe Desinfektion.

**Korallen u. and. gesteinbild. Tiere.** V. Prof. Dr. W. May. Mit 45 Abb. (Bd. 231.)

**Kosmetik.** Ein kurzer Abriß der ärztlichen Verschönerungskunde. Von Dr. J. Saudek. Mit 10 Abb. im Text. (Bd. 489.)

**Lebewesen. Die Beziehungen der Tiere und Pflanzen zueinander.** Von Prof. Dr. K. Kraepelin. 2. Aufl. M. 132 Abb. I. Der Tiere zueinander. II. Der Pflanzen zueinander u. zu d. Tier. (Bd. 426/427.)

— s. a. Biologie, Organismen, Schädlinge.

**Leibesübungen, Die, und ihre Bedeutung für die Gesundheit.** Von Prof. Dr. R. Zander. 4. Aufl. M. 27 Abb. (Bd. 13.)

— s. auch Turnen.

**Licht, Das, u. d. Farben.** Einführung in die Optik. Von Prof. Dr. L. Graetz. 4. Aufl. Mit 100 Abb. (Bd. 17.)

**Luft, Wasser, Licht und Wärme.** Neun Vorträge aus d. Gebiete d. Experimentalchemie. V. Geh. Reg.-Rat Dr. R. Blochmann. 4. Aufl. M. 115 Abb. (Bd. 5.)

**Luftstickstoff, D., u. s. Verwertg.** V. Prof. Dr. K. Kaiser. 2. A. M. Abb. (Bd. 313.)

**Maße und Messen.** Von Dr. W. Block. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)

**Materie** s. Weltäther.

**Mathematik.** Einführung in die Mathematik. Von Oberlehrer W. Mendelssohn. Mit 42 Fig. (Bd. 503.)
— **Math. Formelsammlung.** Ein Wiederholungsbuch der Elementarmathematik. Von Prof. Dr. S. Jakobi. (Bd. 567.)
— **Naturwissensch. u. M. i. klass. Altertum.** Von Prof. Dr. Joh. L. Heiberg. Mit 2 Fig. (Bd. 370.)
— **Praktische M.** Von Prof. Dr. R. Neuendorff. I. Graphische Darstellungen. Verkürztes Rechnen. Das Rechnen mit Tabellen. Mechanische Rechenhilfsmittel. Kaufmännisches Rechnen i. tägl. Leben. Wahrscheinlichkeitsrechnung. 2., verb. A. M. 29 Fig. i. T. u. 1 Taf. II. Geom. Zeichnen. Projektionsl. Flächenmessung. Körpermessung. M. 133 Fig. (341. 526.)
— **Mathemat. Spiele.** V. Dr. W. Ahrens. 3. Aufl. M. Titelb. u. 77 Fig. (Bd. 170.)
— s. a. Arithmetik, Differentialrechnung, Geometrie, Infinitesimalrechnung, Integralrechnung, Perspektive, Planimetrie, Projektionslehre, Trigonometrie, Vektorrechnung, Wahrscheinlichkeitsrechnung.

**Mechanik.** Von Prof. Dr. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe der M. II. M. d. festen Körper. III. M. d. flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)
— **Aufgaben aus d. techn. Mechanik.** V. Prof. R. Schmitt. M. zahlr. Fig. I. Bewegungsl., Statik. 156 Auf. u. Lös. II. Dynamik. 140 Aufg. u. Lös. (558/559.)
— siehe auch Statik.

**Meer.** Das M., s. Erforsch. u. s. Leben. Von Prf. Dr. O. Janson. 3. A. M. 40 F. (Bd. 30.)

**Mensch u. Erde.** Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von Prof. Dr. A. Kirchhoff. 4. A. (Bd. 31.)
— s. auch Eiszeit, Entwicklungsgeschichte, Urzeit.
— Natur u. Mensch siehe Natur.

**Menschl. Körper.** Bau u. Tätigkeit d. menschl. K. Einführ. i. d. Physiol. d. M. V. Prof. Dr. H. Sachs. 4. Aufl. M. 34 Abb. (32.)
— s. auch Anatomie, Arbeitsleistungen, Auge, Blut, Gebiß, Herz, Fortpflanzg., Nervensystem, Physiol., Sinne, Verbild.

**Mikroskop.** Das, Allgemeinverständl. dargestellt. Von Prof. Dr. W. Scheffer. Mit 99 Abb. 2. Aufl. (Bd. 35.)

**Moleküle u. Atome.** Von Prof. Dr. G. Mie. 4. Aufl. Mit Fig. (Bd. 58.)
— s. a. Weltäther.

**Mond.** Der. Von Prof. Dr. J. Franz. Mit 34 Abb. 2. Aufl. (Bd. 90.)

**Nahrungsmittel** s. Ernährung u. N.

**Natur u. Mensch.** V. Direkt. Prof. Dr. M. G. Schmidt. Mit 19 Abb. (Bd. 458.)

**Naturlehre.** Die Grundbegriffe der modernen N. Einführung in die Physik. Von Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. 4. Aufl. Mit 71 Fig. (Bd. 40.)

**Naturphilosophie.** Die mod. N. Privatdoz. Dr. J. M. Verweyen. 2. A. (Bd. 491.)

**Naturwissenschaft.** Religion und N. in Kampf u. Frieden. Ein geschichtl. Rückblick. V. Pfarrer Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)
— **N. und Technik.** Am sausenden Webstuhl d. Zeit. Übersicht üb. d. Wirkungen d. Naturw. u. Technik a. d. ges. Kulturleben. V. Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abb. (Bd. 23.)
— **N. u. Math. i. klass. Altert.** V. Prof. Dr. J. L. Heiberg. 2 Fig. (Bd. 370.)

**Nerven.** Vom Nervensystem, sein. Bau u. sein. Bedeutung für Leib u. Seele im gesund. u. krank. Zustande. V. Prof. Dr. R. Zander. 3. Aufl. M. 27 Fig. (Bd. 48.)
— siehe auch Anatomie.

**Optik.** Die opt. Instrumente. Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photogr. Objektiv u. ihnen verwandte Instr. V. Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (88.)
— s. a. Auge, Brille, Kinemat., Licht u. Farbe, Mikrosk., Spektroskopie, Strahlen.

**Organismen.** D. Welt d. O. In Entwickl. und Zusammenhang dargestellt. Von Oberstudienrat Prof. Dr. K. Lambert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)
— siehe auch Lebewesen.

**Paläozoologie** siehe Tiere der Vorwelt.

**Perspektive.** Die, Grundzüge d. P. nebst Anwendg. V. Prof. Dr. K. Doehlemann. Mit 91 Fig. u. 11 Abb. (Bd. 510.)

**Pflanzen.** Die fleischfress. Pfl. V. Prof. Dr. A. Wagner. Mit 82 Abb. (Bd. 344.)
— **Uns. Blumen u. Pfl. i. Garten.** V. Prof. Dr. U. Dammer. M. 69 Abb. (Bd. 360.)
— **Uns. Blumen u. Pfl. i. Zimmer.** V. Prof. Dr. U. Dammer. M. 65 Abb. (Bd. 359.)
— s. auch Botanik, Garten, Lebewesen, Pilze, Schädlinge.

**Pflanzenphysiologie.** V. Prof. Dr. H. Molisch. Mit 63 Fig. (Bd. 569.)

**Photochemie.** Von Prof. Dr. G. Kümmell. Mit 23 Abb. i. Text u. a. 1 Taf. 2. Aufl. (Bd. 227.)

**Photographie** s. Abt. VI.

**Physik.** Werdegang d. mod. Ph. V. Oberl. Dr. H. Keller. M. Fig. 2. Aufl. (343.)
— **Experimentalphysik.** Gleichgewicht u. Bewegung. Von Geh. Reg.-Rat. Prof. Dr. R. Börnstein. M. 90 Abb. (371.)
— **Physik in Küche und Haus.** Von Prof. H. Speitkamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
— **Große Physiker.** Von Prof. Dr. J. A. Schulze. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (324.)
— s. auch Energie, Naturlehre, Optik, Relativitätstheorie, Wärme; ebenso Elektrotechnik Abt. VI.

**Physiologie.** Ph. d. Menschen. V. Privatdoz. Dr. A. Lipschütz. 4 Bde. I: Allgem. Physiologie. II: Physiologie d. Stoffwechsels. III: Ph. d. Atmung, d. Kreislaufs u. d. Ausscheidung. IV: Ph. der Bewegungen und der Empfindungen. (Bd. 527—530.)
— siehe auch Arbeitsleistungen, Menschl. Körper, Pflanzenphysiologie.

## VI. Recht, Wirtschaft und Technik.

**Elektrische Kraftübertragung, Die.** V. Ing. P. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)

**Elektrochemie.** Von Prof. Dr. K. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)

**Elektrotechnik. Grundlagen d. E.** V. Obering. A. Rotth. 2. Aufl. M. 74 Abb. (391.)
— s. auch Drähte u. Kabel, Telegraphie.

**Erbrecht. Testamentserrichtung und E.** Von Prof. Dr. F. Leonhard. (Bd. 429.)

**Ernährung u. Nahrungsmittel** s. Abt. V.

**Farben u. Farbstoffe.** I. Erzeug. u. Verwend. V Dr. A. Zart. 31 Abb. (Bd. 483.)
— siehe auch Licht Abt. V.

**Fernsprechtechnik** s. Telegraphie.

**Feuerungsanlagen, Industr., u. Dampfkessel.** V. Ing. J. E. Mayer. 88 Abb. (Bd. 348.)

**Finanzwissenschaft.** Von Prof. Dr. S. P. Altmann. 2 Bde. 2. Aufl. I. Allg. Teil. II. Besond. Teil. (Bd. 549—550.)
— siehe auch Geldwesen.

**Funkentelegraphie** siehe Telegraphie.

**Fürsorge** siehe Kriegsbeschädigtenfürsorge, Kinderfürsorge.

**Garten. Der Kleingarten.** V. Hauptschriftl. Joh. Schneider. 2. Aufl. Mit Abb. (Bd. 498.)
— **Der Hausgarten.** Von Gartenarchitekt W. Schubert. Mit Abb. (Bd. 502.)
— siehe auch Blumen.

**Gartenkunst.** Gesch. d. G. V. Baurat Dr.-Ing. Chr. Ranck. M. 41 Abb. (Bd. 274.)

**Gartenstadtbewegung, Die.** Von Landeswohnungsinspektor Dr. H. Kampffmeyer. 2. Aufl. M. 43 Abb. (Bd. 259.)

**Gefängniswesen** s. Verbrechen.

**Geldwesen, Zahlungsverkehr u. Vermögensverwalt.** Von G. Maier. 2. Aufl. (398.)
— s. a. Finanzwissensch.; Münze Abt. IV.

**Genußmittel** siehe Arzneimittel und Genußmittel, Tabak.

**Geschütze.** Von Generalmajor a. D. K. Bahn. (Bd. 365.)

**Gewerblicher Rechtsschutz i. Deutschland.** V. Patentanw. B. Tolksdorf. (Bd. 138.)
— siehe auch Urheberrecht.

**Graphische Darstell., Die.** V. Hofrat Prof. Dr. F. Auerbach. M. 100 Abb. (Bd. 437.)

**Handel.** Geschichte d. Welth. Von Realgymnasialdirektor Dr. M. G. Schmidt. 3. Aufl. (Bd. 118.)
— **Geschichte des deutschen Handels.** Seit d. Ausgang des Mittelalters. Von Dir. Prof. Dr. W. Langenbeck. 2. Aufl. Mit 16 Tabellen. (Bd. 237.)

**Handfeuerwaffen, Die.** Entwickl. u. Techn. V. Major R. Weiß. 69 Abb. (Bd. 364.)

**Handwerk, D. deutsche, in s. kulturgeschichtl. Entwicklg.** V. Geh. Schulr. Dr. E. Otto. 4. Aufl. M. 33 Abb. auf 12 Taf. (Bd. 14.)

**Haushalt** s. Chemie, Desinfektion, Garten, Jurisprudenz, Physik; Nahrungsmittel Abt. IV; Bakterien Abt. V.

**Häuserbau** siehe Baukunde, Beleuchtungswesen, Heizung und Lüftung.

**Hebezeuge.** Hilfsmittel zum Heben fester, flüssiger und gasf. Körper. Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. Aufl. M. 67 Abb. (Bd. 196.)

**Heizung und Lüftung.** Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

**Holz.** Das H., seine Bearbeitung u. seine Verwendg. V. Insp. J. Großmann. Mit 39 Originalabb. i. T. (Bd. 473.)

**Hotelwesen, Das.** Von P. Damm-Etienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)

**Hüttenwesen** siehe Eisenhüttenwesen.

**Japaner, Die, i. d. Weltwirtschaft.** V. Prof. Dr. K. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)

**Immunitätslehre** s. Abwehrkräfte Abt. V.

**Ingenieurtechnik.** Schöpfungen d. I. der Neuzeit. Von Geh. Regierungsrat M. Geitel. Mit 32 Abb. (Bd. 28.)

**Instrumente** siehe Optische I.

**Kabel** s. Drähte und K.

**Kälte, Die, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung.** Von Dr. H. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)

**Kaufmann. Das Recht des K.** Ein Leitfaden f. Kaufleute, Studier. u. Juristen. V. Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 409.)

**Kaufmännische Angestellte.** D. Recht d. k. A. Von Justizrat Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)

**Kinderfürsorge.** Von Prof. Dr. Chr. J. Klumker. (Bd. 620.)

**Kinematographie.** Von Dr. H. Lehmann. Mit Abb. 2. Aufl. von Dr. W. Merté. (Bd. 358.)

**Klein- u. Straßenbahnen, Die.** V. Obering. a. D. Oberlehrer A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)

**Kleintierzucht, Die.** Von Hauptschriftleiter Joh. Schneider. Mit 59 Fig. i. Text u. auf 6 Tafeln. (Bd. 604.)
— siehe auch Tierzüchtung.

**Kohlen, Unsere.** V. Bergass. P. Kukuk. Mit 60 Abb. i. Text u. 3 Taf. (Bd. 396.)

**Kolonialbotanik.** Von Prof. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

**Kolonisation, Innere.** Von A. Brenning. (Bd. 261.)

**Konservierung** siehe Desinfektion.

**Konsumgenossenschaft, Die.** Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)
— s. auch Mittelstandsbewegung, Wirtschaftliche Organisationen.

**Kraftanlagen** siehe Feuerungsanlagen und Dampfkessel, Dampfmaschine, Wärmekraftmaschine, Wasserkraftmaschine.

**Kraftübertragung, Die elektrische.** Von Ing. P. Köhn. Mit 137 Abb. (Bd. 424.)

**Krieg. Kulturgeschichte d. K.** V. Prof. Dr. K. Weule, Geh. Hofrat Prof. Dr. E. Bethe, Prof. Dr. B. Schmeidler, Prof. Dr. A. Doren, Prof. D. P. Herre. (Bd. 561.)

**Kriegsbeschädigtenfürsorge.** In Verbindung mit Med.-Rat, Oberstabsarzt u. Chefarzt Dr. Rebentisch, Gewerbeschuldir. H. Back, Direktor des Städt. Arbeitsamts Dr. P. Schlotter herausgeg. von Dr. S. Kraus, Leiter des Städt. Fürsorgeamts für Kriegshinterbliebene in Frankfurt a. M. Mit 2 Abbildungstafeln. (Bd. 523.)
**Kriegsschiffe, Unsere.** Ihre Entstehung und Verwendung. Von Geh. Marinebaurat a. D. E. Krieger. 2. Aufl. von Marinebaurat Fr. Schürer. Mit 62 Abbildungen. (Bd. 389.)
**Kriminalistik, Moderne.** Von Amtsrichter Dr. A. Hellwig. M. 18 Abb. (Bd. 476.)
— s. a. Verbrechen, Verbrecher.
**Küche** siehe Chemie in Küche und Haus.
**Landwirtschaft, Die.** V. Dr. W. Claaßen. 2. Aufl. M. 15 Abb. u. 1 Karte. (215.)
— s. auch Agrikulturchemie, Kleintierzucht, Luftstickstoff, Tierzüchtung; Haustiere, Tierkunde Abt. V.
**Landwirtschaftl. Maschinenkunde.** V. Prof. Dr. G. Fischer. 2. Aufl. M. Abb. (316.)
**Luftfahrt, Die,** ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Nimführ. 3. Aufl. v. Dr. Fr. Huth. M. 60 Abb. (Bd. 300.)
**Luftstickstoff, Der, u. s. Verw.** V. Prof. Dr. K. Kaiser. M. 13 Abb. (Bd. 313.)
**Lüftung, Heizung und L.** Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)
**Marx, Karl.** Versuch einer Einführung. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (621.)
— s. auch Sozialismus.
**Maschinen** s. Hebezeuge, Dampfmaschine, Landwirtsch. Maschinenkunde, Wärmekraftmasch., Wasserkraftmasch.
**Maschinenelemente.** Von Geh. Bergrat Prof. R. Vater. 2. A. M. 175 Abb. (Bd. 301.)
**Maße und Messen.** Von Dr. W. Block. Mit 34 Abb. (Bd. 385.)
**Mechanik.** V. Prof. Dr. G. Hamel. 3 Bde. I. Grundbegriffe d. M. II. M. der festen Körper. III. M. d. flüss. u. luftförm. Körper. (Bd. 684/686.)
— **Aufgaben aus der technischen M.** f. d. Schul- u. Selbstunterr. V. Prof. R. Schmitt. M. zahlr. Fig. I. Bewegungsl., Statik. 156 Aufg. u. Lösungen. II. Dynam. 140 A. u. Lös. (Bd. 558/559.)
**Messen** siehe Maße und Messen.
**Metalle, Die.** Von Prof. Dr. K. Scheid. 3. Aufl. Mit 11 Abb. (Bd. 29.)
**Miete, Die, nach d. BGB.** Ein Handbüchlein f. Juristen, Mieter u. Vermieter. V. Justizrat Dr. M. Strauß. (194.)
**Mikroskop, Das.** Gemeinverständlich dargestellt von Prof. Dr. W. Scheffer. 2. Aufl. Mit 99 Abb. (Bd. 35.)
**Milch, Die, und ihre Produkte.** Von Dr. A. Reitz. Mit 16 Abb. (Bd. 362.)
**Mittelstandsbewegung, Die moderne.** Von Dr. L. Müffelmann. (Bd. 417.)
— siehe Konsumgenoss., Wirtschaftl. Org. **Nahrungsmittel** s. Abt. V.
**Naturwissensch. u. Technik. Am sausf. Webstuhl d. Zeit.** Übers. üb. d. Wirkgen. d. Entw. d. N. u. T. a. d. ges. Kulturleb. V. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl. Mit 3 Abb. (Bd. 23.)
**Nautik.** Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Abb. (Bd. 255.)
**Optischen Instrumente, Die.** Lupe, Mikroskop, Fernrohr, photogr. Objektiv u. ihnen verw. Instr. Von Prof. Dr. M. v. Rohr. 3. Aufl. M. 89 Abb. (Bd. 88.)
**Organisationen, Die wirtschaftlichen.** Von Prof. Dr. E. Lederer. (Bd. 428.)
**Ostmark, Die.** Eine Einführ. i. d. Probleme ihrer Wirtschaftsgesch. Hrsg. von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)
**Patente u. Patentrecht** s. Gewerbl. Rechtsschutz.
**Perpetuum mobile, Das.** V. Dr. Fr. Ichak. Mit 38 Abb. (Bd. 462.)
**Photochemie.** Von Prof. Dr. G. Kümmell. 2. Aufl. Mit 23 Abb. i. Text u. auf 1 Tafel. (Bd. 227.)
**Photographie, Die,** ihre wissenschaftlichen Grundlagen u. i. Anwendung. V. Dr. O. Prelinger. 2. Aufl. Mit Abb. (414.)
— **Die künstlerische Ph.** V. Dr. W. Warstat. Mit Bilderanh. (2 Tafeln). (410.)
— **Angewandte Liebhaber-Photographie,** ihre Technik und ihr Arbeitsfeld. Von Dr. W. Warstat. Mit Abb. (Bd. 535.)
**Physik in Küche und Haus.** Von Prof. Dr. H. Speitkamp. M. 51 Abb. (Bd. 478.)
— siehe auch Physik in Abt. V.
**Postwesen, Das.** Von Kaiserl. Oberpostrat O. Sieblist. 2. Aufl. (Bd. 182.)
**Rechenmaschinen, Die, und das Maschinenrechnen.** Von Reg.-Rat Dipl.-Ing. K. Lenz. Mit 43 Abb. (Bd. 490.)
**Recht** siehe Erbrecht, Gewerbl. Rechtsschutz, Kaufm. Angest., Urheberrecht, Verbrechen, Kriminalistik, Verfassungsrecht, Zivilprozeßrecht.
**Rechtsprobleme, Moderne.** V. Geh. Justizr. Prof. Dr. J. Kohler. 3. Aufl. (Bd. 128.)
**Salzlagerstätten, Die deutschen.** Ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Verwertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft. Von Dr. C. Riemann. Mit 27 Abb. (Bd. 407.)
— siehe auch Geologie Abt. V.
**Schiffbau** siehe Kriegsschiffe.
**Schmuckst., Die, u. d. Schmucksteinindustr.** V. Dr. A. Eppler. M. 64 Abb. (Bd. 376.)
**Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung.** Von G. Maier. 5. Aufl. (Bd. 2.)
— s. a. Arbeiterschutz u. Arbeiterversicher.
**Sozialismus. Gesch. der sozialist. Ideen i. 19. Jrh.** V. Privatdoz. Dr. Fr. Muckle. 2. A. I: D. ration. Soz. II: Proudhon u. d. entwicklungsgeschichtl. Soz. (Bd. 269. 270.)

**Weitere Bände sind in Vorbereitung.**

Druck von B. G. Teubner in Dresden

